

テーマ 1 : 新技術 報告書

技術リストについて、既存技術の更新、新技術の追加を実施いたしました

技術リスト更新の進め方

1. 更新方針の検討

【前年度成果への新技術追加】

- 前年度調査した技術リストに対し、論文・記事等から最新の技術の追加が可能かを検討し、新規追加可能な技術については追加を試みる

【既存掲載技術の見直し・再整理】

- 既存の掲載技術については、分科会での討議内容に応じて掲載情報の再整理や更新を行う
- 通信分野の情報についても、近年様々な技術実証が進んでいることから、掲載している技術情報の再整理を試みる
- 既存技術のTRLについても見直す

2. 既存掲載技術の見直し・再整理

【通信分野における重点調査】

- 近年、携帯電話の電波が届かない森林のオフライン環境における通信ネットワークの構築等について、様々な実証が進んでいることから、これらの事例を調査・とりまとめ、技術リストへの最新情報反映・掲載情報整理を試みる

< 調査資料 >

林野庁「森林・林業に係る情報基盤整備に係る基本調査成果報告書（令和2～4年度）」等

【テーマ2・3分科会フィードバック】

- テーマ2・3で設置される分科会（機械開発・デジタル）における討議内容等を基に、技術リストの拡充・更新を検討する

テーマ2・3分科会における議論のフィードバック



他テーマからの技術リストに関するフィードバック内容は現状なしとしている

3. 事務局案の取りまとめ

【技術リストの更新】

- 新技術の追加、既存の技術掲載内容の見直し・情報整理等を実施した後、技術リストを更新する
- また、技術熟度レベル（TRL）についても、技術の進展に伴い数値が向上すると考えられた箇所は数値を上げる修正を行う
- 前年度の更新と同様、更新箇所をハイライト表示して差分が見えやすいようにしていく

技術リスト

林業課題	技術名称	技術内容	...	導入可能性	判断要素 /TRL
森林調査の効率化・精度向上	衛星レーザによる森林資源情報の取得	...	...	普及 →普及	8
	航空レーザ計測による森林資源情報	...	...	普及 →普及	8
	地上レーザ計測による森林の3次元計測	...	...	普及 →普及	8
...

更新

技術リストに掲載する技術は、昨年と同様に、林業課題を8分類38課題に対応する形で整理を行いました

林業課題

大分類	中分類	林業課題
①森林調査、伐採・造林計画	森林調査・計画策定	森林調査の効率化・精度向上
		森林所有者との合意形成
		計画策定の効率化
②境界確定	境界確定	現地立会の効率化
		境界線案描画の自動化
		計画策定の効率化
③伐採・集材・運材・造林作業、路網設計・施工、生産管理	伐採・集材・運材	計画策定の効率化（一貫作業含む）
		作業の自動化（伐採）
		作業の自動化（車両系－集材・運材）
		作業の自動化（架線系－集材・運材）
		作業の自動化（検収）
		生産管理の効率化
		林業機械の脱炭素化
		補助機器等による労務負荷減少
		危険作業時の安全性向上（作業者モニタリング）
		危険作業時の安全性向上（安全対策技術）
	危険作業時の安全性向上（教育・啓発活動）	
	木材取引	木材仕入・販売の効率化
		市場動向予測の効率化・高度化
トレーサビリティ確保		

大分類	中分類	林業課題
③伐採・集材・運材・造林作業、路網設計・施工、生産管理	造林・育林作業	作業の自動化（資材運搬）
		作業の自動化（造林・下刈等）
	路網設計・施工	作業の自動化（路網開設）
④育種、苗木生産	育種、苗木生産	品種改良（既存・新規樹種）
		優良品種の増産
		種子選別効率化
		苗木選別効率化
⑤新素材開発	新素材開発	施設環境制御による苗木生産効率化
		高付加価値な木材のマテリアル利用（代替素材）
		高付加価値な木材のマテリアル利用（食料・飼料）
⑥森林保護（獣害対策等）	森林保護	高付加価値な木材のマテリアル利用（その他）
		獣害対策（防止・捕獲・駆除）
⑦情報管理	情報管理	災害防止、盗伐防止等
		森林情報の共有化・一元化
		サプライチェーン内外のデータ連携
		森林価値の可視化（炭素固定量、森林生態系サービス等）
⑧通信	通信	森林火災検知
		山林域での通信環境構築

令和5年度に新たに追加した技術は以下の通りです

技術リストへの新規技術追加

新技術の追加		
#	技術名称	技術内容
新規①	高解像度画像の取得	成層圏を航行する航空機等に高解像度カメラを搭載し、高頻度で高解像度のマルチスペクトル画像の提供システム
新規②	電動クローラ型1輪車を用いた苗の運搬や植穴の掘削	1輪車により、傾斜不整地での走破性が高く、変速機やバックギア等複雑な機構が必要ない。35度の傾斜でも60kg以上の苗木を運搬可能。また、電動オーガを用いた植穴の掘削も可能。
新規③	ロボットとリモコンを活用した枝打ちの自動化	幹に枝打ちロボットを取付け、リモコンで枝打ち始点まで上昇させると、予めリモコンで設定した枝打ちする距離や最小幹径などに応じてロボットが2~3分で自動で枝打ちすることが可能。
新規④	AIによる苗木の自動選別システム	AIを活用し苗木の新芽の数、高さ、葉(茶色)の数、ルートカラーの直径等を測定し、合格/不合格を判定
新規⑤	垂直農法を用いた苗木栽培	従来の野外播種し栽培する方法と比べ、垂直農法を用いることで、6倍の速さで苗木を成長させることが可能
新規⑥	生物多様性と炭素蓄積の変化のリアルタイム監視	光学衛星、SAR、LiDAR、複数の地理データを用い、リアルタイムで森林炭素蓄積量と生物多様性の変化をAIベースで監視する
新規⑦	衛星間リンクを活用した、迅速な森林火災検知	衛星が対象地を通過後3分以内に複数の衛星リンクを介し、火災通知アラームを顧客に送信するシステム。従来は衛星がデータをダウンロードするために地上局を介していたが、情報を圧縮し、衛星間リンクを介すことで、迅速に情報を検知・通知できる。
新規⑧	高高度プラットフォーム(HAPS)を活用した広域・低遅延通信環境の構築技術	・高度約20kmの成層圏を航行する航空機等に無線基地局の装置を搭載し、広域・低遅延で地上基地局と同じ4G・5G等の通信回線を提供。衛星通信よりも地上から近いため、より高速かつ低遅延の通信が可能。

追加技術情報の更新と合わせて、技術リストの既存掲載技術について、TRL、規制状況の再調査等を実施し、情報を更新した上で最終化しました

技術リスト及び技術リストバックデータの主な更新箇所

昨年度資料再掲

- 既存掲載技術のうち、導入可能性の2025年において「普及」と予想される技術以外を中心に再調査を実施
 - TRL、規制状況（PEST/Political）を主に再調査を実施
 - その他、導入可能性、技術保有者、URL等は、主な変更箇所に併せて更新

#	大分類	中分類	林業課題	技術名称	技術内容	技術分野	技術保有者	特許出願状況	デジタル分類
1	①森林調査、伐採・造林計画	森林調査・計画策定	森林調査の効率化・精度向上	衛星レーザによる森林資源情報の取得	樹木等に覆われた森林域の3次元地図作成、森林生育情報や資源量の把握等、林業や防災等の多様な分野で活用される3次元地図	林業、農業、防災	JAXA、NTTデータ、(株)ジッタ、精密林業計測(株)、ヤンマーアグリジャパン(株)、農機推進部 他		高解像度での状態把握
2	①森林調査、伐採・造林計画	森林調査・計画策定	森林調査の効率化・精度向上	航空レーザ計測による森林資源情報の取得	航空レーザ測量解析、UAVレーザ測量解析の実施	林業、建設業	朝日航洋(株)、(株)ジッタ 他		高解像度での状態把握
3	①森林調査、伐採・造林計画	森林調査・計画策定	森林調査の効率化・精度向上	地上レーザ計測による森林の3次元計測	小型レーザスキャナーによる計測と専用ソフトを使用して森林資源の情報化・解析を行うシステム	林業	(株)森林再生システム、(株)woodinfo		高解像度での状態把握

■ URL
リンク切れのものは別情報を追加更新

#	導入可能性		判断要素							URL	
	2021	2025	Political (規制等)	Economical (コスト)	Social (社会的な重要性)	TRL (林業技術)	TRL判断理由 (林業技術)	TRL (異分野技術)	TRL判断理由 (異分野技術)		制約条件
1	普及	普及	航空法による空域制限に留意	■ PEST (Political) 普及を妨げる法規制について、最新情報に応じて更新	レーザー高度計を用いることにより、正確なデータを取得、地図の高精度化を図る。地調査の省力化のほか、林判読のベースにもなり、効率的な施業計画の立案が可能	8	ドローンレーザによる技術は確立されている	5	■ TRL 最新情報に応じてTRLを更新	航空法による空域制限に留意	https://www.nttdata.com/jp/ia/news/release/2021/032600/ https://www.maff.go.jp/j/kanbo/needs/2_037_01.pdf
2	普及	普及	航空法による空域制限に留意		航空レーザー測量解析：約3~4千円 UAVレーザー測量解析：約100万円/基	8	現地調査の省力化のほか、高精度の森林情報の活用により効率的な施業計画の立案が可能	8	サービス提供開始	サービス提供開始	航空レーザ測量成果を活用した森林資源調査 https://www.maff.go.jp/j/kanbo/needs/2_071_01.pdf
3	普及	普及	-		森林3次元計測システム：465万円/台 3DWalker：660万円/台	8	現地調査の省力化に寄与するほか、高精度の森林情報の活用により、効率的な施業計画の立案が可能	8	サービス提供開始	-	森林3次元計測システム OWL http://www.re-forest.com/service/owl.html

各技術の技術熟度レベル（TRL）の評価に当たっては、技術熟度評価制度（TRA）の考え方を活用し、早期の社会実装が可能かを検討しました

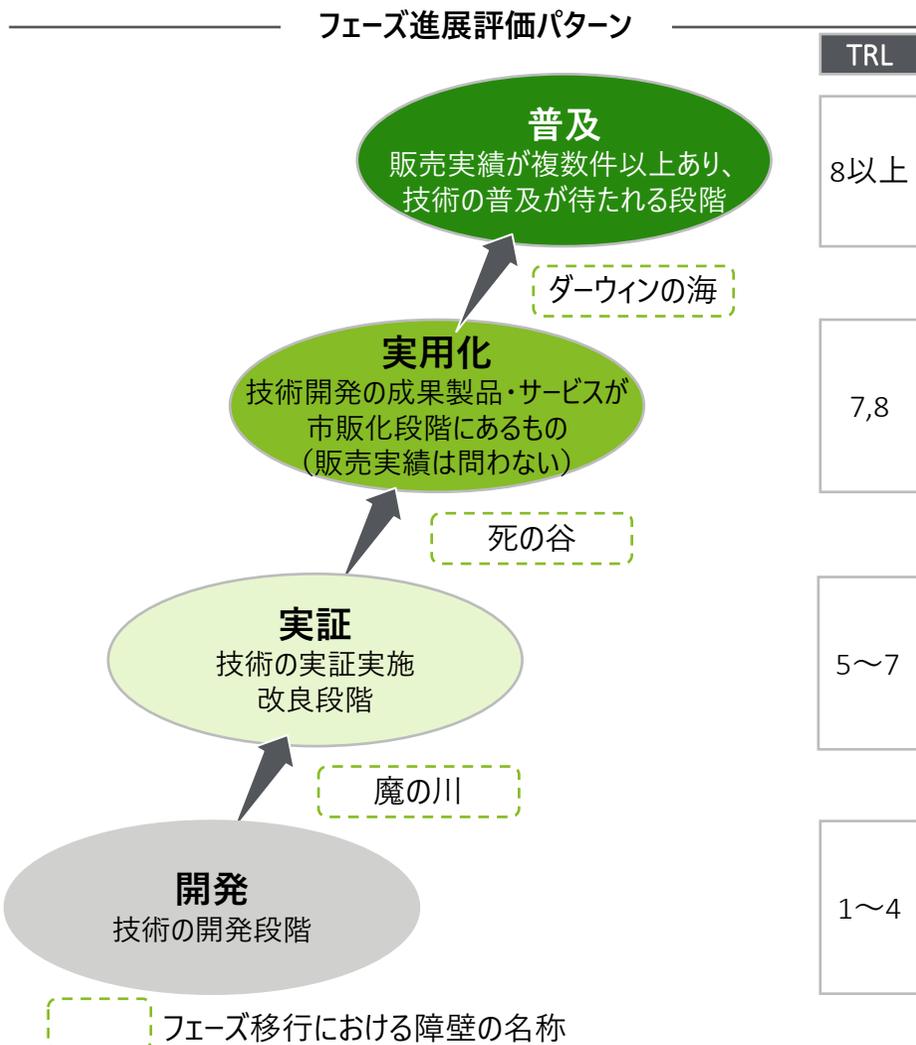
技術熟度レベル（TRL: Technology Readiness Level）

（参考）環境省の技術熟度評価制度（TRA: Technology Readiness Assessment）は8つのレベルから構成されており、レベルの上昇に伴って市場投入に近づく仕様となっている（デロイトトーマツグループが環境省より受託して開発）。

レベル	定義	開始時の状況	アウトプット	実験環境	フェーズ
8	製造・導入プロセスを含め、開発機器・システムの改良が完了しており、製品の量産化又はモデルの水平展開の段階となっている。	最終製品／最終地域モデルの性能の把握	最終製品／最終地域モデル	—	量産化／水平展開
7	機器・システムが最終化され、製造・導入プロセスを含め、実際の導入環境における実証が完了している。	実用型プロトタイプの実環境での性能の確認		実際の導入環境	フィールド実証
6	機器・システムの実用型プロトタイプ／実用地域モデルが、実際の導入環境において実証されており、量産化／水平展開に向けた具体的なスケジュール等が確定している。	実用型プロトタイプの基本性能の把握	実用型プロトタイプ／実用地域モデル		
5	機器・システムの実用型プロトタイプ／実用地域モデルが、実際の導入環境に近い状態で実証されており、量産化／水平展開に十分な条件が理論的に満たされている。	限定的なプロトタイプのパフォーマンスの把握		実際に近い導入環境	模擬実証
4	主要な構成要素が限定的なプロトタイプ／限定的な地域モデルが機器・システムとして機能することが確認されており、量産化／水平展開に向け必要となる基礎情報が明確になっている。	試作部品／試験的モデルの性能の把握	限定的なプロトタイプ／限定的な地域モデル	実験室・工場	実用研究
3	主要構成要素の性能に関する研究・実験が実施されており、量産化／水平展開に関するコスト等の分析が行われている。	主要な構成要素の機能の確認	主要構成要素の試作部品／試験的モデル	—	応用研究
2	将来的な性能の目標値が設定されており、実際の技術開発に向けた情報収集や分析が実施されている。	要素技術の基本特性の把握	報告書・分析レポート等	—	
1	要素技術の基本的な特性に関する論文研究やレポート等が完了しており、基礎研究から応用研究への展開が行われている。	基本原理の明確化	論文・報告書等	—	基礎研究

林業イノベーション現場実装推進プログラムのタイムラインのフェーズを「開発」「実証」「実用化」「普及」の4段階に区分し、フェーズ進展を技術リストの導入可能性として整理しました

導入可能性評価 フェーズ設定



■技術リスト

導入可能性	判断要素							出典			
	Political (規制等)	Economical (コスト)	Social (社会的 重要性)	TRL (林業技術)	TRL判断理由 (林業技術)	TRL (異分野技術)	TRL判断理由 (異分野技術)				
	○	...	○	...	○	...	6	...	8	...	



	2021年※	2025年
フェーズ決定方法	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 技術リストに記載した各技術のTRL（林業分野）に応じて、2021年度（※追加項目については追加した年度）のフェーズを決定 ➢ TRL8以上の場合は、販売実績に応じて区分 ➢ 異分野技術の場合は、TRLに応じ開発・実証フェーズを判断 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 各技術がロードマップ到達年である2025年度にどのフェーズまで進展するかをPEST分析の観点から判断

既存の技術リストでTRLに更新があった技術は以下のとおりです

更新した既存の掲載技術（TRLに更新があった技術）

#	技術名称	技術内容	技術分野	導入可能性		判断要素	
				2021※ →	2025	TRL (林業技術)	TRL (異分野技術)
43	資材搬送を自律化するロジスティクスシステム	入力された資材搬送スケジュールに基づき搬入から目的地までの搬送を完全に自動化したシステム。夜間の資材搬送が可能となる。	建設業	実証	→ 実用化	-	7→8
44	重量運搬ドローン・自走ロボット等を活用した搬送作業の自動化	「カーゴドローン」：自動走行可能な運送車としての「AGV（無人搬送車）」に代わる手段として、山間部や急傾斜地に位置する現場でも活用可能なドローン。1回の飛行で55kgの重量物を運ぶことができ、非着陸での荷下ろしも可能。山間部での作業の省人化や重労働の負担軽減に寄与する。	建設業/ 農業/林業	実証	→ 実用化	6→8	7
47	下刈機械の遠隔操作技術（有視界）	リモコン式自走草刈機、林業用リモート式草刈機械による下刈の遠隔化	農業/林業	実証	→ 実用化	5→7	8
83	携帯圏外域での通信環境の構築技術（低容量通信）	<ul style="list-style-type: none"> LPWA等を活用した閉域の通信環境構築技術及び外部ネットワークとの接続 LPWA（Low Power Wide Area）通信規格としてはLoRa、Sigfox、NB-IoT、ZETA（ゼタ）などが存在している IoT向けの通信インフラ技術 	建設/通信/ 林業	実用化	→ 普及	7→8	6

工場や倉庫等建設以外の現場にも複数導入済

複数の現場で既にサービス提供開始

サービス提供開始

一部自治体ではサービス導入済

R4年度の技術リストにない新技術について、国内外の林業イノベーション情報の記事等より調査を実施しました

技術リストに追加する新技術の調査

林業イノベーション現場実装推進プログラム

技術ロードマップ

2. 林業イノベーションの展開方向 / 各技術のロードマップ

林業課題	技術 (作業内容)	タイムライン	TRL	技術開発と普及の現状	普及等に向けた課題	課題機能リスト
環境負荷低減	現地立木の効率化	2021-2025	8	机上で境界条件を考慮して現場立木の選別可能とするソフトは実用化済み。 スマートグラスが製品として販売中。	・机上で境界条件を考慮して現場立木の選別可能とするソフトは実用化済み。 スマートグラスが製品として販売中。	7
	境界線管理の自動化	2021-2025	6	・林業分野では実証実験中。	・飛行経路によっては航空法に抵触する可能性があるため、法的な対応が必要。	8

(3) 伐採・集材・運材・造林作業、路網設計・施工、生産管理

林業課題	技術 (作業内容)	タイムライン	TRL	技術開発と普及の現状	普及等に向けた課題	課題機能リスト
伐採・集材・運材	計画策定の効率化 (一貫作業型)	2021-2025	5	・造林計画の自動化・ナビゲーションの機能が実証済み。 土木建設分野において建設機械が提供されている。	・林内を徒歩での巡回が必要。 ・3Dスキマは、既存の測量機器と比べて精度、測定の精度向上が課題。	11
	フォトリソグラフィによる路網設計での機械走行技術	2021-2025	8	・海外では既に普及しており、国内においても路網設計の自動化が実現されている。	・路網設計の自動化によるコスト削減の効果が期待されている。	15
	伐採機械の遠隔操作技術	2021-2025	6	・実際の導入現場で実証済み。燃料消費量の削減が期待されている。	・伐採作業の自動化を目的とするため、安全性の確保が重要。	13
	伐採機械の自動化/作業の自動化	2021-2025	5	・収穫物自動認識と収穫作業自動化の実証実験が実施済み。伐採機械の自動化技術は実証済み。導入現場の実証中。	・伐採作業の自動化を目的とするため、安全性の確保が重要。	12
	人工口部による伐採作業	2021-2025	4	・実証実験が実施済み。伐採作業の自動化が期待されている。	・伐採作業の自動化を目的とするため、安全性の確保が重要。	14

技術リスト

#	技術名称	技術内容	技術分野	導入可能性		判断基準	
				2021 → 2025	TRL (林業技術)	TRL (実分野技術)	TRL (実分野技術)
1	衛星レーザ計測による森林資源情報の取得	樹木等に覆われた森林域の3次元地図作成、森林生物多様性や資源量の把握、林業や防災の多様な分野で活用される3次元地図	林業/衛星/測量	普及 → 普及	8	5	
2	航空レーザ計測による森林資源情報の取得	航空レーザ計測解析、LiDARデータ解析の実施	林業/測量/航空	普及 → 普及	8	8	
3	衛星レーザ計測による森林の3次元計測	衛星レーザ計測による森林の3次元計測、解析ソフトウェアを使用して森林資源の把握に活用	林業	普及 → 普及	8	-	

#	技術名称	技術内容	技術分野	導入可能性		判断基準	
				2021 → 2025	TRL (林業技術)	TRL (実分野技術)	TRL (実分野技術)
4	衛星計測データ連携プラットフォーム	森林所有者に与える影響を低減するためのプラットフォーム	林業	普及 → 普及	8	-	
5	所有者間のデータ共有管理	森林所有者に与える影響を低減するためのプラットフォーム	海外 (林業)	実証 → 普及	-	8	

新技術の追加調査

- ▶ 既存の技術リスト・技術ロードマップに記載のない新たな技術について、国内外の林業イノベーション情報サイト等よりデスクトップ調査

国内外情報ソース



技術リストに新規で追加した技術は、#96～103 で付番した合計8件です 詳細は【別紙2-2】技術リストを確認ください

追加技術

大分類	中分類	林業課題
①森林調査、伐採・造林計画	森林調査・計画策定	森林調査の効率化・精度向上 追加
		森林所有者との合意形成
		計画策定の効率化
②境界確定	境界確定	現地立会の効率化
		境界線案描画の自動化
		計画策定の効率化
③伐採・集材・運材・造林作業、路網設計・施工、生産管理	伐採・集材・運材	計画策定の効率化（一貫作業含む）
		作業の自動化（伐採）
		作業の自動化（車両系－集材・運材）
		作業の自動化（架線系－集材・運材）
		作業の自動化（検収）
		生産管理の効率化
		林業機械の脱炭素化
		補助機器等による労務負荷減少
		危険作業時の安全性向上（作業者モニタリング）
		危険作業時の安全性向上（安全対策技術）
	危険作業時の安全性向上（教育・啓発活動）	
	木材取引	木材仕入・販売の効率化
		市場動向予測の効率化・高度化
トレーサビリティ確保		

大分類	中分類	林業課題
③伐採・集材・運材・造林作業、路網設計・施工、生産管理	造林・育林作業	作業の自動化（資材運搬）
		作業の自動化（造林・下刈等） 追加
	路網設計・施工	作業の自動化（路網開設）
④育種、苗木生産	育種、苗木生産	品種改良（既存・新規樹種）
		優良品種の増産
		種子選別効率化
		苗木選別効率化 追加
		施設環境制御による苗木生産効率 追加
⑤新素材開発	新素材開発	高付加価値な木材のマテリアル利用（代替素材）
		高付加価値な木材のマテリアル利用（食料・飼料）
		高付加価値な木材のマテリアル利用（その他）
⑥森林保護（獣害対策等）	森林保護	獣害対策（防止・捕獲・駆除）
		災害防止、盗伐防止等
⑦情報管理	情報管理	森林情報の共有化・一元化
		サプライチェーン内外のデータ連携
		森林価値の可視化（炭素固定量、森林生態系サービス等） 追加
		森林火災検知 追加
⑧通信	通信	山林域での通信環境構築 追加