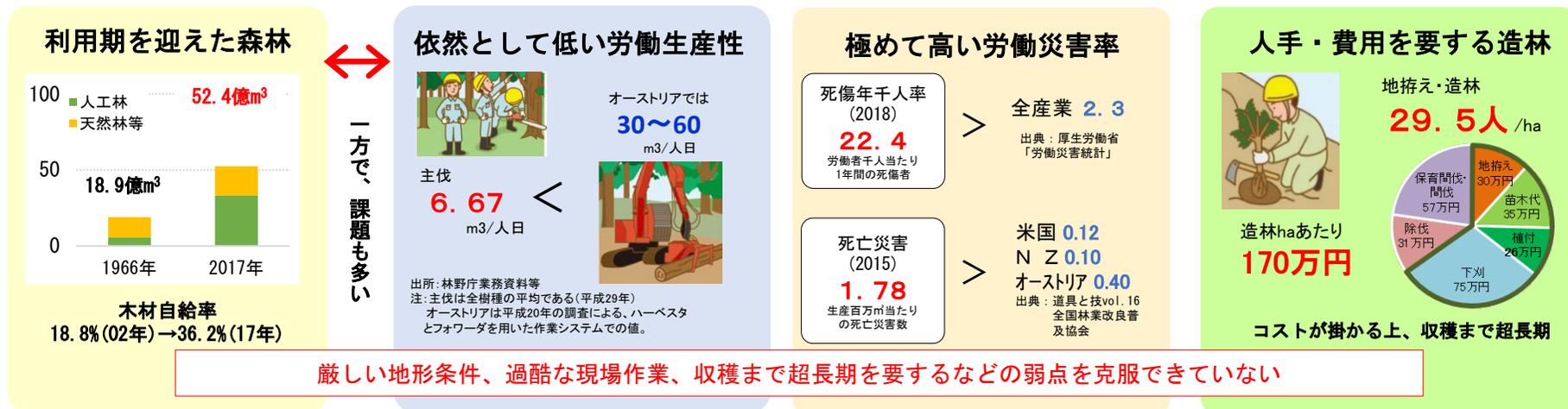


林業イノベーション現場実装推進プログラム

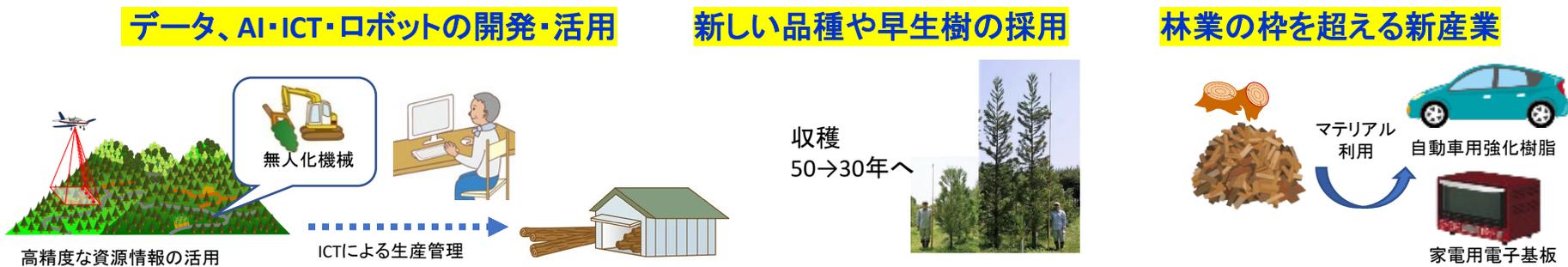
(更新案)

「林業イノベーション」の必要性



様々な壁を乗り越えなければならない林業
さらに 人口減少、少子高齢化、エネルギー・環境制約といった様々な社会課題へも対応する必要

ICT利用(スマート林業)に留まらず、林業の特性を踏まえた新技術の活用へ



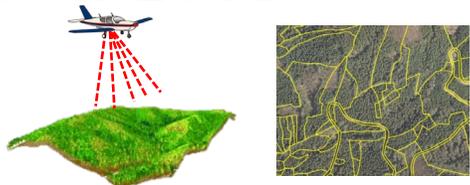
林業イノベーションにより、若者や女性にとって魅力的な成長産業へ

林業イノベーションの展開方向（全体像）

- 日本の厳しい地形条件等に起因するきつい・危険・高コストの3K林業や、記憶・経験に頼る林業から脱却するため、ICT等を活用し資源管理や生産管理を行う「スマート林業」や、自動化機械の開発、早生樹等の育種などの技術革新により、伐採・搬出や造林を省力化・軽労化
- 日本固有のスギから製造する「改質リグニン」などの木質新素材により、林業の枠を超える新たな産業を創造

Point1 記憶から、デジタル記録の森林管理へ

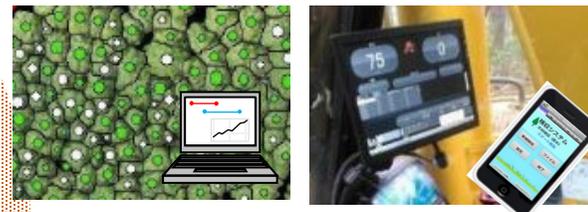
- 資源・境界情報をデジタル化することで、人手と時間をかけることなく、森林を管理・利用
- レーザ計測、ドローン、ICT機器を使用し、路網を効率的に整備・管理



経験から、ICTによる生産管理へ

Point2

- 経験則に頼る木材の生産管理にITを導入
- 資源・境界の管理、生産計画の策定、木材生産の進捗管理、事業の精算を効率的に運営



Point3 3K林業からの解放（生産）

- 伐採～運搬作業を自動化することで、林業生産性をアップ
- 人による作業を少なくし、労働災害の発生しやすい作業を根絶やしに



収穫50→30年へ
林業の時間軸を変える
早く育てて収穫できる林業の実現



エリートツリー、コウヨウザンなど
早生樹の活用

3K林業からの解放（造林）

Point3

- 一貫作業、低密植栽、ドローン等により、造林作業を省力化・軽労化し、コストも削減
- 人力に頼る造林作業、特に、夏場の過酷な下刈り作業から解放



Point5 丸太オンリーからの脱却

- 従来の木材利用に加え、改質リグニン、CNF(セルロースナノファイバー)等の開発・普及により、新たな利用を推進
- 「林業」の枠を超える産業・価値を創出するとともに、プラスチック代替製品として身近に利用



背景と狙い

- 利用期を迎えている森林資源の循環利用を進め、林業の成長産業化を実現していくためには、所有者や境界の不明、厳しい地形条件等による低い労働生産性や高い労働災害率といった林業特有の課題と、人口減少、少子高齢化などの社会的課題に対処していく必要がある。
- 近年、ICTやロボット技術、AI等の発展が目覚ましく、このような先端技術が社会や経済を変えつつある。林業は、長期にわたり植栽木の育成のための投資を続けるだけで収益をあげてきておらず、内発的なイノベーション投資の意欲が停滞していた。このため、情報化や機械化等の先端技術の導入が他産業のように進んでいないという弱点を抱えている。
- 現在、本格的な伐採期を迎え、内発的な投資意欲が急速に向上しているとともに、機械産業等の林業の技術開発への取組も展開してきており、木材の成分を新素材として開発し新たな産業を創出する取組も始まっている。これを機に、ICTを活用したスマート林業に加え、林業の特性を踏まえた新技術を活用した「林業イノベーション」を推進し、新技術の実証・実装を通じて、林業現場へ導入していくことが重要である。
- このため、新技術の開発から普及に至る取組を効果的に進め、林業現場への導入を加速化することを目的として、「林業イノベーション現場実装推進プログラム」を策定する。

プログラムの構成

① 林業の将来像

- ・ 我が国の林業を変える新技術として、スマート林業等による伐採・造林、木質新素材の開発による林業の将来像を示す。

- ・ 新技術の導入による省力化、効率化等の効果を提示

② 新技術の展開方向 (各技術のロードマップ)

- ・ **林業課題を整理した上で、各課題に対する技術を抽出、その開発等の現状や普及課題等を示す。**

- ・ 林業課題を8分類35課題に整理
- ・ 開発、実証、実用化、普及の2025年までのタイムライン、現状と課題について整理

③ 技術実装の推進方策

- ・ 林業新技術を林業現場に実装するために推進すべき施策や取組を示す。

- ・ 開発から普及に至るまでに各主体が本プログラムをどのように利活用するかを示すとともに、Mori-Hubによる支援策を記載

赤字箇所更新

期待される効果

○関係機関（行政、団体）

新技術の開発、実証、普及に必要な施策の立案・実行

○技術開発者（企業、研究機関）

新技術やサービス等の普及に向けた開発

○林業経営者

林業現場に最も適した新技術を選択し導入

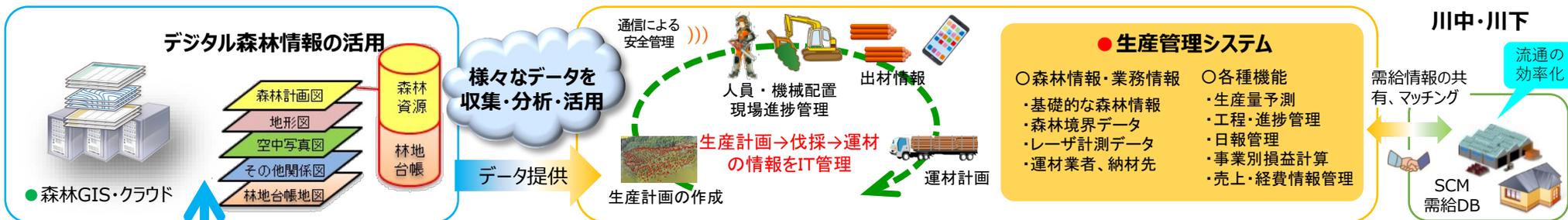
1. イノベーションによる林業の将来像（伐採・搬出）

イノベーションによる林業の将来像

- ・ レーザ計測やICTによる資源情報の高度化・デジタル化等を進め、記憶や経験に頼る林業から転換
- ・ 自動化機械への転換による省力化・軽労化で、3 K 林業（きつい、危険、高コスト）から解放

コンセプト

- ・ 記憶に頼る資源・境界情報をデジタル化することで、人手と時間をかけることなく森林を管理・利用するとともに、生産計画から伐採、出材までの情報をICTで管理することで、事業を効率的に運営。
- ・ 伐採から運搬を自動化することで、林業生産性をアップするとともに労働災害の発生しやすい作業を現場から排除。



情報のデジタル化により、**境界明確化・森林調査に係るコストを3割削減**

現地調査等の省略により林道の**予備設計に係るコストを8割削減**

自動化技術の導入により伐採～運材作業を効率化し、**木材の生産性を2倍以上に向上**
※間伐8～10m³/人日、主伐11～13m³/人日を目標

死亡災害の7割を占める伐倒作業について、自動化技術の導入により**労働災害を撲滅**

(注) 事例や試算等に基づくものであり、必ずしも実態を表すものではない。

**記憶や経験に頼る林業から、デジタル管理・ICTの林業へ
自動化機械による省力化・軽労化（3 K 林業から解放）**

1. イノベーションによる林業の将来像（造林）

イノベーションによる林業の将来像

- 機械化や造林方法の見直しにより、人手も金もかかる造林作業の負担を軽減
- 成長の良い樹種・品種の活用により、林業の時間軸を変え、早く育てて収穫できる林業を実現

コンセプト

森林所有者の林業を継続する意欲の低下と造林作業の過酷さから、伐採後の再造林が行われないケースが発生している中、

- ① ドローンの導入や機械化、伐採と造林の一貫作業等による造林における人力作業の縮減
- ② 成長の良い早生樹・エリートツリーの活用による保育期間・作業の削減等を通じて、造林作業の効率性を大幅にアップ、過酷な人力作業から解放するとともに、林業の投資回収期間を短縮して林業者一世代で造林から伐採までできる林業を実現。

蓄積された情報を造林事業にフィードバックして森林管理の効率化を推進

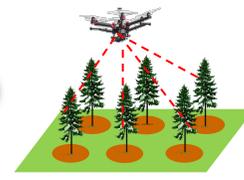
リモートセンシング技術を活用した設計・施工管理



- ドローン等により撮影したオルソ画像を用いた施工管理等

様々なデータを収集・分析・活用

座標データを活用した造林



- 計測した苗木位置座標データを苗木運搬や作業自動化に活用

苗木生産

地 拵 え

植 栽

下 刈 り

収穫



- 種子の自動選別、環境制御技術による効率的な育苗



- コンテナ苗を用いた一貫作業システム



- ドローンを用いた苗木運搬
- 早生樹、エリートツリーの活用



- 林業用アシストスーツ



- 造林作業の自動化

30年 50年

期間短縮

早生樹・エリートツリーの活用で、早く育てて収穫

● : 既に実用化 ● : 2022年頃までに実用化 ● : 2025年頃までに実用化

伐採・造林の一貫作業により、**造林コストを2割以上削減**

ドローンを活用することにより、
 ・苗木運搬の作業効率を約8倍に向上
 ・施工管理に要する時間を約3割の短縮

造林作業の機械化により、
 下刈りについて**作業効率を10倍以上に向上**

早生樹・エリートツリーの利用により**植栽から伐採までの期間を短縮（50年→30年）、下刈り期間を短縮**

（注）試算に基づくものであり、必ずしも実態を表すものではない。

林業投資の回収期間短縮を図るとともに、
 労働強度の高い造林作業を軽労化して、若者や女性にとっても魅力的な産業へ

1. イノベーションによる林業の将来像（新素材開発）

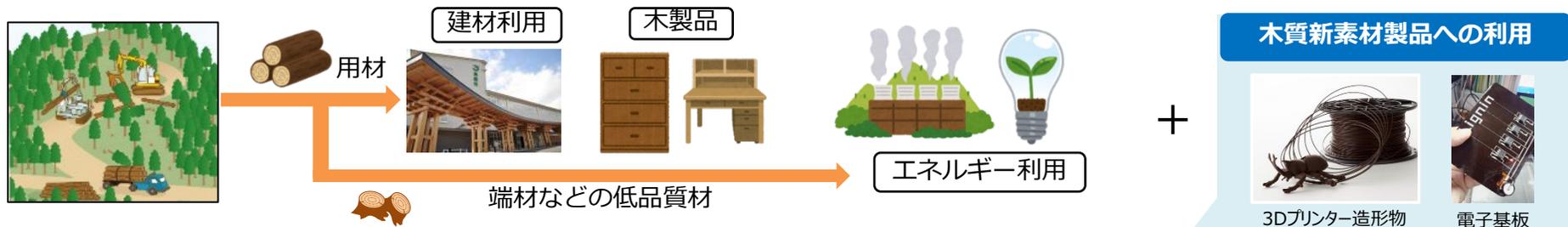
イノベーションによる新たな林業の将来像

- 従来木材利用に加え、改質リグニン、CNF等の開発・普及により、新たな利用を推進
- 「林業」の枠を超える木材の価値を創出するとともに、プラスチック代替製品として身近に利用

コンセプト

木質新素材の技術開発により、製材品など「丸太オンリー」の木材利用から脱却し、

- 日本固有のスギを原料とする改質リグニンにより様々な用途のプラスチック代替製品の開発
- 国産材を原料とするCNFとコラボした木材製品といった、付加価値のある製品の開発等を通じ、プラスチック問題の解決への貢献、新たな木材利用による新たな産業の創出により競争力を強化



プラスチックの代替利用



様々な分野に利用

CNF含有塗料



塗料を使用した外壁フェンス (四国局嶺北森林管理署)

● CNFの製造・商品化

木のお酒



試作された木のお酒

● 木のお酒の商品化

改質リグニンにより、従来製品と比べ **2割軽量化**したエンジニアリングプラスチック製品を開発

改質リグニンの製品化により、**1000億円の新規市場**を開発

CNF塗料により**変色が従来の半分**に抑制され美観維持に効果的

「**世界初**」の**木のお酒**を実用化し、山村地域の**新産業**を創出

(注) 試算に基づくものであり、必ずしも実態を表すものではない。

● : 既に実用化 ● : 2022年頃までに実用化 ● : 2025年頃までに実用化

**木質新素材の開発・製品の商品化により
プラスチック問題の解決への貢献、新たな産業の創出による競争力強化**

1. イノベーションによる林業の将来像（通信）

森林内における通信のスライドを追加予定

(1) 森林調査、伐採・造林計画

林業課題		技術 〔作業内容〕	タイムライン 2019 2022 2025	TRL ※	技術開発と普及の 現状	普及に向けた課題	通信 要否	技術 リスト
森林調査・ 森林策定	森林調査の効率化・精度向上	・レーザー計測による森林資源情報の把握	普及	8	・確立されているドローンレーザー技術を連携し共同開発中。 ・航空・地上レーザー計測は、サービス提供中。	・航空法による空域制限に対する対応が必要。	-	1 2 3
	森林所有者との合意形成	・施業計画策定支援ソフトウェア	普及	8	・2020年4月より一般販売開始。 ・任意の補正計算式では材積・バイオマスを再計算することも可能。	・高精度な森林資源情報と合わせてソフト導入が効果的	-	4
		・所有者意向のデータベース管理	普及	6	・オーストリアで導入済。 ・森林情報データ・システム標準仕様作成済。 ・セキュリティガイドライン策定済。	・国内では所有者の意向調査結果を電子化し、地図情報と連動させる取組が必要な状況	-	5
	計画策定の効率化	・レーザー計測解析成果を活用した計画策定の自動化	普及	8	・レーザー測量解析サービス提供中。	・飛行場所によっては航空法に基づく許可・承認が必要。	-	6 9

(2) 境界確定

林業課題		技術 〔作業内容〕	タイムライン 2019 2022 2025	TRL	技術開発と普及の 現状	普及等に向けた課題	通信 要否	技術 リスト
境界確定	現地立会の効率化	・林内画像・位置表示システムを活用した現地立会の効率化支援	普及	8	・スマートグラスが製品として販売中。	・携帯電話の電波が届かないエリアでは使用できないため、通信環境構築が必要	要	7
	境界線案描画の自動化	・通信衛星を利用した森林境界データのデジタル化とドローンの運行管理	実証 実用化 普及	6	・林業分野では実証実験中。	・飛行場所によっては航空法に基づく許可・承認が必要。	-	8

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

1～8段階で技術の基礎研究～市場投入までを評価。レベルが上昇するにつれ、市場投入に近づく仕様。

技術リストにおいて異分野のみTRLが記載されている技術については、林業へ技術を導入・実装した場合のTRLを想定して記載

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

更新

(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	普及に向けた課題	通信 要否	技術 リスト
		2019	2022	2025					
伐採・集材・運材	計画策定の効率化（一貫作業含む）	・3次元データ解析による計画策定の効率化	実証	実用化	5	・造林計画の自動提案・ナビゲーションの取組が実証済 ・土木建設分野において類似サービスが提供されている	・林内を徒歩での巡回が必要 ・3Dスキャナは、既存の測量機器と比べて高額 ・測定の精度向上が課題	要	11
	作業の自動化（伐採）	・ウインチアシストシステムによる傾斜地での機械走行技術	実用化	普及	8	・海外では既に普及しており、国内においても製品販売開始	・林業施業地の斜面における微地形・起伏等への対応可能性の検証が必要	-	15
		・伐倒機械の遠隔操作技術	実証	実用化	6	・実際の導入環境で実証済。傾斜地の走行と伐倒木の自動伐倒機能を実装	・伐倒作業の自動化を図るソフト開発に改良の余地が多数あり ・ユーザの使用感確認が必要	要	13
		・伐倒機械の自動運転／作業の自動化	実証	実用化	8	・収穫物自動認識と収穫作業自動化が農業分野で実現。伐倒機械の自動運転技術は実際に近い導入環境で実証済	・伐倒木をレーザ技術で検知し、自動で立木まで走行して伐倒を行う機構の開発が必要	要	12 14
		・人型ロボットによる伐倒作業	開発	実証	4	・米国企業が高性能人型ロボットを開発。林地での歩行、チェーンソー伐倒機械化が期待される	・実際の林地環境における走行性能や耐水性能等含めた実証が必要	-	16
		・電磁誘導線を敷いた道路の走行による自動運転	実証	実用化	5	・実際の導入環境において実証済 ・市販フォワードの改造により機構搭載が可能	・電磁誘導線の整備、維持管理、車両の維持管理のコストが初期費用、運用保守費用として必要	-	17
	作業の自動化（車両系－集材・運材）	・木材運搬用トラックの自動運転システム	実証	実用化	7	・搬送用大型ダンプトラックの自動運転は、土木建設分野で実証実験段階 ・海外では電動式自動運転木材運搬用トラックの開発が進行中	・自己位置推定や障害物検知について技術的課題が存在 ・ターゲットとする林道の環境レベル設定も必要（舗装・未舗装）	要	18 20
		・電動アクチュエータによるクローラダンプ用の遠隔操作システム	実証	実用化	5	・実証実験段階。今後現場で生産性の向上に向けて導入が期待されている	・遠隔操作には通信インフラが必要	要	19
		・レーザスキャナ/制御用PCの搭載による既存機械の自動運転化	実証	実用化	7	・土木建設分野においては実際の導入環境において実証済。	・GPS機能を利用するため、通信インフラが必要	要	21

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

更新

(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 2019 2022 2025	TRL	技術開発と普及の 現状	普及に向けた課題	通信 要否	技術 リスト
伐採・集材・運材	作業の自動化 (架線系-集材・運材)	・架線集材-AI自動集材システム	実証 → 実用化	6	・フィールド実証済。今後、モニター販売が予定されている。 ・一つのラジコンで架線式グラブと集材機を操作。	・架線の設置コストが必要。 ・GNSS位置方向を用いて確認を取るため数センチの誤差が出る。	-	22
	作業の自動化 (検収)	・木材検収システム	普及	8	・導入済み ・AIによる画像認識や音声入力により、はい積の本数・直径・材積を自動計測・集計	・検収情報を木材販売に活用していくための施策検討が必要	要	23
	生産管理の効率化	・ICT生産管理システム	開発 → 実証 → 実用化	4	・クラウド型生産性管理システムは、農業分野にてサービス提供中 ・ICT生産管理による林業機械の一元管理は実用研究中	・林業・木材産業での活用方法について初期検討が必要 ・月々の使用料が固定コストとして発生する	要	24 25
	補助機器等による 労務負荷減少	・労務負荷軽減のための装着具 (アシストスーツ等)	実証 → 実用化	5	・実証試験中 ・不整地斜面の歩行アシストの改良が必要	・持続時間が3時間程度であるため、長時間の使用には更なる開発が必要	-	27
		・傾斜地の移動補助装置	実証 → 実用化	5	・工事作業現場にてサービス提供中	・林業・木材産業での活用方法について初期検討が必要	-	28
		・GNSS測量システムによるナビゲーション	普及	8	・一般販売中 ・GNSSとデジタルレーザーコンパスが連携して高精度で位置確認が可能	・連動する高精度GNSS受信機、デジタルレーザーコンパスの利用が必要	要	10
	危険作業時の安全性向上 (作業者モニタリング)	・ウェアラブルデバイスを活用した安全管理対策技術	実証 → 実用化 → 普及	5	・建設、運輸、製造業で導入済	・通信インフラが必要 ・山間部での活用方法について初期検討が必要	要	29
		・位置情報連携による遠隔現場管理システム	開発 → 実証	3	・建設現場で導入済み ・人、建設機械、車両等の位置情報が類別表示し、現場の状況把握が遠隔で可能	・通信インフラが必要 ・林業・木材産業での活用方法について初期検討が必要	要	30
		・騒音環境下での作業員への緊急伝達装置	実証 → 実用化	5	・実際に近い導入環境で実証済	・トランシーバーが通信できる範囲での利用に制限	-	21

(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	普及に向けた課題	通信 要否	技術 リスト	
		2019	2022	2025						
伐採・集材・運材	危険作業時の安全性向上（安全対策技術）	・スマートチェーンソー	実証	実用化	5	・プロトタイプが作成されている ・危険作業の検知等AIガイドシステムの構築を目指す	・位置情報などの把握には、GPSを利用し通信環境が必要	要	32	
		・AIやIoTを活用した建設機械の事故低減システム	実証	実用化	普及	5	・建設分野において導入済 ・既存建機にもソフト変更で対応	・通信の環境構築が必要 ・特別仕様車には未対応	要	33
		・ミリ波センサを活用した雨、霧、雪、汚れ等の耐環境性に優れた衝突防止技術	実証	実用化		5	・自動車製造業において自動車への搭載が進んでいる	・小型車への展開が進み、今後の市場拡大が期待される ・林業での活用方法の要検討	－	34
	危険作業時の安全性向上（教育・啓発活動）	・ウェアラブルカメラを用いた遠隔臨場（VR・ARソリューション）や体験型学習コンテンツ	普及			8	・建設分野にて販売中 ・林業分野においても販売が開始された	・体験できる重機の機種を増やすことが必要 ・ユーザの使用感確認が必要	－	35
		・トレーラーの3次元道路運搬シミュレーション	実証	実用化		5	・建設・土木分野で導入が進んでいる	・ユーザの使用感確認が必要 ・林業環境に対応させる改良が必要	－	36
木材取引	木材仕入・販売の効率化	・WEB上での受発注処理システム	実証	普及		8	・クラウド受注システム：飲食・小売業等でサービス提供中 ・原木市場web入札システム：林業分野でサービス提供開始	・クラウド受注システムは、林業・木材産業での活用方法について初期検討および開発が必要	－	37 38
		・車両動態管理システム	実証	普及		5	・物流業界において、車両位置情報サービスはサービスが提供されている	・通信環境の構築が必要 ・林業・木材産業での活用方法について検討が必要	要	39
	市場動向予測の効率化・高度化	・AIデータ解析による市場予測	実証	普及		5	・ベンチャー企業が実装済 ・分野を問わずに展開が可能 ・AI衛星画像探索サービスによる森林モニタリングが開発段階	・AI衛星画像探索サービスとAIデータ解析市場予測を用いた林業・木材産業における活用について検討が必要	－	40
	トレーサビリティ確保	・トレーサビリティ管理システム	普及			8	・食品、貨物、木材トレーサビリティが実現されている	・川上から川下までの事業者の連携構築が必要	要	41 42

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

更新

(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	普及に向けた課題	通信 要否	技術 リスト	
		2019	2022	2025						
造林・育成作業	作業の自動化 (資材運搬)	・資材搬送を自律化するロジスティクスシステム	実証 → 実用化			5	・フォワード自動走行などは林業分野でプロトタイプの実証中 ・建設現場へ導入し効果の検証中	・建設現場で実証中の技術は、エレベータを使った運搬の自動化であるため、林業分野への応用の検討が必要	-	43
		・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	実証 → 実用化			6	・林業分野で苗木運搬が出来るドローンが製品化されている ・建設業で実証実験段階。今後現場で生産性の向上に向けて導入が期待されている	・飛行場所によっては航空法に基づく許可・承認が必要	-	44
	作業の自動化 (造林・下刈等)	・多目的造林作業機械による作業自動化	普及			8	・伐根処理・苗運搬・残材集材下刈・を1台でこなす。全国で導入済。 ・現在、遠隔操作を開発中	・穴掘り、苗植え付けについては今後開発が必要	-	45
		・ドローンからの種子射出による植栽自動化	実証 → 実用化 → 普及			5	・カナダ、アメリカのスタートアップが林業の植栽の実証実験中	・ドローンの飛行に規制あり（重量など）	-	46
		・草刈り・作付け機械の自動化	実証 → 実用化 → 普及			5	・林業用下刈機械の遠隔操作技術は、実証実験中 ・トラクターの自動走行による農作業の自動化は、農業分野で普及済み	・トラクターの自動走行による作業の自動化については、林業向けに開発が必要	-	47 48
	路網設計・施工	作業の自動化 (路網開設)	・路網設計支援ソフトによる計画策定の自動化	普及			8	・林業分野でサービス提供中	・使用用法の習得が必要 ・林業従事者向け研修会を全国で実施している	-
・マシンガイダンスシステムによる情報化施工			実証 → 実用化			6	・作業道の情報化施工に関する実証研究などが進行している ・建築現場では実装済み	・通信環境の構築が必要 ・ICT施行の導入時の初期費用は高額であり、1現場では元が取れないため使用頻度や共同利用の検討が必要	要	50

(4) 育種、苗木生産

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	普及に向けた課題	通信 要否	技術 リスト	
		2019	2022	2025						
品種改良（既 存・新規樹種）	・エリートツリー	普及			8	<ul style="list-style-type: none"> 多数のエリートツリーが登録され、継続的に新たなエリートツリーの開発が進められている 普及済み 	・エリートツリーの原種を早期かつ大量に増殖する技術の開発とそれらを母樹とする採種園の造成・改良	-	51	
	・早生樹	普及			8	<ul style="list-style-type: none"> 早生樹種コウヨウザンの優良系統の選定や品種改良が進められている 普及済み 	・それぞれの樹種の特성에対応した低コストな施業モデルを確立することが必要。また、普及に向けて地域への適応性確認、苗木安定供給が不可欠。	-	52	
	・ゲノム編集による品種改良	開発	実証	実用化	1	・針葉樹であるスギのゲノム編集を実現。ゲノム編集により意図した遺伝子の改変が可能。	・スギの無花粉化、成長性の高い品種への改良など、有用な性質をもった品種改良への応用が必要	-	53	
育種、苗木 生産	・コンテナ苗	普及			8	<ul style="list-style-type: none"> 国有林において植栽実績あり パプアニューギニア等で導入事例あり 	<ul style="list-style-type: none"> 補記成長にばらつきがある 獣害対策が必要 地形条件に応じた植栽器具・運搬方式の検討が必要 	-	54	
	優良品種の増産	・組織培養クローン	普及			8	<ul style="list-style-type: none"> 植林用クローン苗の導入済み 一部品種では大量生産が可能 	・同じ遺伝子を持つため病害虫による影響が同程度になるため、影響を受けやすいため対策が必要	-	55
	・セルへの培土充填機と真空播種機による自動苗生産システム	実用化	普及		8	・スウェーデンの技術を用いたパプアニューギニア等で導入事例あり	・初期投資が高額であるため、量産を目的とした導入が必要	-	56	
種子選別効率化	・AIによる種子並びに農産物の自動選別システム	実用化	普及		8	・一部サービス提供は開始されているものの、現在はまだ種子選別の機械が普及していない	・EUでは、AIに関する規制や制限案を発表しており、法の制定に向けて進んでいる。日本でもAIガバナンスの議論が進んでおり、今後の動向の確認が必要	-	57	

(4) 育種、苗木生産

林業課題		技術 〔作業内容〕	タイムライン 2019 2022 2025	TRL	技術開発と普及の 現状	普及に向けた課題	通信 要否	技術 リスト
育種、苗木生産	施設環境制御による苗木生産効率化	・リグニン配合による土壌改良	実証 → 実用化	5	・「低縮合リグニン」を用いた土壌の団粒化により排水性を高め、大豆の屋内ポット栽培で実証実験済	・林業分野の苗木に適応可能か実証が必要	－	58
		・センサー機器による施設環境制御	実用化 → 普及	8	・国内の苗木生産施設にて導入されている ・施設育種により、生産の安定化・最適化・省力化・品質好悪樹が期待できる	・無線電波利用に伴い、技術適合証明の登録が必要	要	59
		・ロボット技術による舎屋内作業自動化	開発 → 実証 → 実用化	5	・スウェーデン製の洗浄ロボットが畜産分野にて導入済み ・バッテリーによる駆動	・林業分野への応用検討が必要 ・産業用ロボット規制の対象となるか確認が必要	－	60
		・AI画像解析等による、植物の生育状態の把握技術	実証 → 実用化	5	・農業分野において導入済 ・育苗環境の最適化、育苗作業の省力化が期待できる	・EUでは、AIに関する規制や制限案を発表しており、法の制定に向けて進んでいる。日本でもAIガバナンスの議論が進んでおり、今後の動向の確認が必要	－	61

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

更新

(5) 新素材開発

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	普及に向けた課題	通信 要否	技術 リスト
		2019	2022	2025					
高付加価値な木材の マテリアル利用 (代替素材)	・セルロースナノファイバー (CNF)	実証	実用化	普及	5	・実際に近い導入環境で実証済	・製品コストを低減するために、量産効果を得られる用途拡大	-	62
	・改質リグニン	実証	実用化	普及	5	・実際に近い導入環境で実証済	・製造コストを低減するための製造プロセスの適正・実証が必要	-	63
	・ナノカーボン	実用化	普及		8	・電気・電子分野において販売中 ・林業の実証実験では、製造コスト、効率性の目標値を達成済	・製造段階での吸引曝露による健康被害を防止するために、作業環境の整備が必要	-	64
	・木材の透明化によるガラス化技術	開発	実証	実用化	4	・米国にて実用研究段階	・製造の過程で、透明化する溶液が劇物のため、安全性の高い生産体制の構築が必要	-	65
	・PDC等プラスチック代替となる新素材	開発	実証	実用化	3	・リグニンからPDCを生成する技術は実証済	・リグニンからPDCを生成する技術が高度なため、効率的にPDCを生成する生産プロセスの確立が必要	-	66
	高付加価値な木材の マテリアル利用 (食料・飼料)	・木のお酒	開発	実証	実用化	4	・森林総研の研究成果をもとに、民間事業者が製品化に向けて、準備段階	・ビジネスとして確立するための環境整備、使用可能樹種拡大の安全性調査、広葉樹を原料の安定供給体制の構築が必要	-
・木材チップの脱リグニン処理による、飼料化・食品化		実用化	普及		8	・飼料・食品分野において、販売中	・製品コストの低減と、飼料における機能性の付与が必要	-	68
高付加価値な木材の マテリアル利用 (その他)	・バイオ燃料	開発	実証	実用化	5	・航空分野において、量産化に向けたコスト分析中	・純バイオジェット燃料と従来燃料の混合のための設備の整備や、品質検査体制、出荷体制の構築が必要	-	69
	・フルフラール (ヘミセルロースの利用)	実用化	普及		8	・紙パルプ分野において、販売中	・長期間の暴露で健康被害が報告されているため、安全性の高い生産体制の構築が必要	-	70
	・スギ合板廃液を活用した空気浄化塗料の開発	開発	実証	実用化	4	・林業において、実用研究段階	・廃液の安定供給体制構築と調整法、加工法を確立する必要	-	71

(6) 森林保護（獣害対策等）

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	普及に向けた課題	通信 要否	技術 リスト	
		2019 2022 2025						
森林保護	獣害対策（防 止・捕獲・駆除）	・ICTを活用した鳥獣害対策		8	・農業分野では既に運用が開始されており、林業において特殊な制約条件は無い	・鳥獣保護法による規制あり	要	72
		・ドローン等を活用した害獣のモニタリング		7	・農業分野において、生息数調査や追い払いは既に実用化されている。エサやり・見回り技術の開発は開発事業を実施済	・鳥獣保護法や航空法による規制はあるが、サービス提供を妨げるものではない	-	73
	災害防止、盗伐 防止等	・アプリによる山地災害の発生・リスク情報検知		8	・サービス提供開始	・法人向けのアプリ提供価格となっているため、利用者は山林での業務従事者に限られる	-	74
		・ドローン映像のAI分析による、防災システム		2	・2021年6月時点では研究成果はまだ出されていない。年内に山梨県を実証フィールドとして研究を進める予定	・通信インフラが必要	要	75
		・AIによる伐採地等の自動抽出技術		7	・2020年度の林野庁予算において、全国の自治体において試行的にFAMOST を活用しながら、課題等の整理や、更なるプログラム改良を進めている	・伐採地等の抽出精度向上、自治体による伐採地情報との紐づけ業務、現地確認の効率化等が必要	-	76

(7) 情報管理

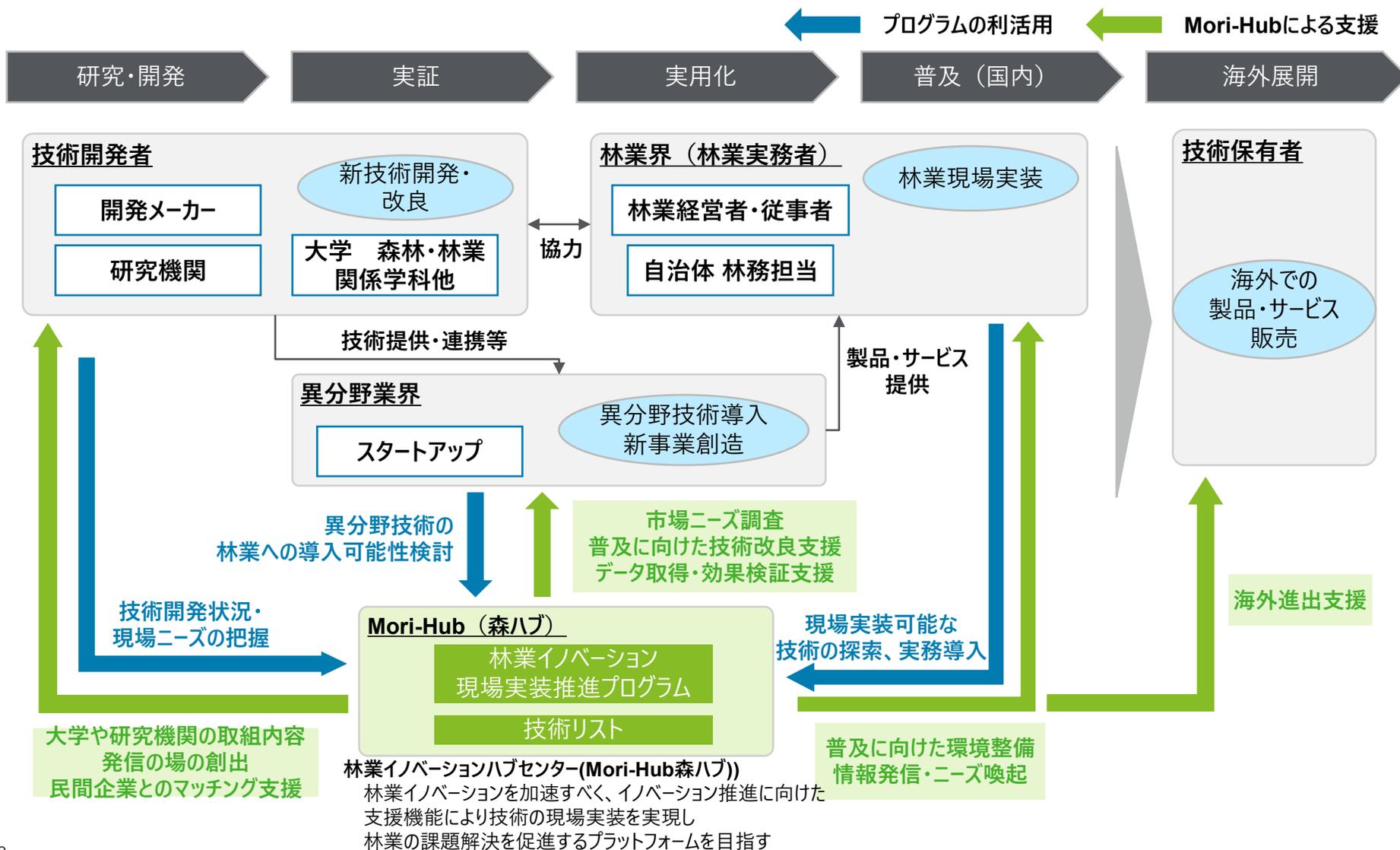
林業課題	技術 〔作業内容〕	タイムライン			TRL	技術開発と普及の 現状	普及に向けた課題	通信 要否	技術 リスト	
		2019	2022	2025						
情報管理	サプライチェーン内外のデータ連携	・クラウドシステム	普及			8	・森林資源情報・所有者情報等を共有するクラウドサービスが展開済	・ユーザーのニーズがあるコンテンツの提供が重要	-	77
		・データプラットフォームによるデータ連携・情報共有	開発	実証		4	・農業分野では「農業データ連携基盤WAGRI」が展開済であり、林業への応用が期待される	・旗振り役となる主体が必要 ・ユーザーのニーズがあるコンテンツの提供が重要	要	78
		・電子タグを用いたサプライチェーンの情報共有システム	開発	実証	普及	1	・メーカー・物流・小売業分野では、電子タグを用いた情報共有システムを実証済	・林業・木材産業での活用方法について初期検討が必要	-	79
情報管理	森林価値の可視化 (炭素固定量、森林生態系サービス等)	・森林資源データによる炭素固定量の推定量算出ツール	普及			4	・海外では、森林の炭素固定量を推計するツールが開発済 ・国内でも実証実験を実施	・対象となる森林の地理・環境を前提としたモデルの構築が必要	-	80
		・ブロックチェーンによる生態系サービスの支払い	実証	実用化		4	・海外では、スマートコントラクトと森林の遠隔観測アルゴリズムを連携させる概念実証を実施済	・森林を貨幣価値化するアルゴリズムや、スマートコントラクトと連携するシステムの開発が必要	-	81
		・動植物等の位置情報マッピングアプリ	実証	実用化		4	・建設分野において、自然環境保全対策支援ツールとして実用化されている	・林業での活用方法について初期検討が必要	要	82

(8) 通信

林業課題		技術 〔作業内容〕	タイムライン 2019 2022 2025	TRL	技術開発と普及の 現状	普及に向けた課題	通信 要否	技術 リスト
通信	山林域での通信 環境構築	・携帯圏外域での通信環境の構築技術（低容量通信）	実用化 → 普及	7	・通信技術LPWAを活用した林業安全管理システム等が導入されている	・通信容量が低いため、活用方法が限られる ・対象地域を網羅する中継機の設置が必要	-	83
		・携帯圏外域での通信環境の構築技術（大容量通信）	実証 → 実用化	6	・ローカル5Gを山林内に構築し、林業に活用する実証実験が行われている	・対象地域を網羅する基地局の設置が必要 ・立木や斜面による通信遮断等、山林特有の制約がある	-	84
		・衛星を活用した広域・リアルタイム通信環境の構築技術	実証 → 実用化	-	・参入している企業も多く、技術自体は確立されている	・地上間の通信や静止衛星で用いられている周波数帯との調整が必要 ・参入企業が多く技術は確立されているが、費用面で課題がある ・利用後のスペースデブリも課題がある	-	85
		・低周波領域の活用による低消費電力・長距離通信の構築技術	実証 → 実用化	-	・農場等での実証がはじまっている	・他周波数帯との調整が必要であり、現在割り当てが行われている	-	86

3. 技術実装の推進方策

- 林業新技術を林業現場に実装していく上で、「林業イノベーション現場実装推進プログラム」の主体毎の利活用イメージを示す
- 新技術の開発から普及に至る各種取組をMori-Hub（森ハブ）が支援することにより、林業現場への技術導入を促進する



参考（技術リスト）

2021年12月23日時点

- 技術リストでは林業課題を8分類35課題に整理し対応する技術をリスト化

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
		施設環境制御による苗木生産効率化
⑤新素材開発	新素材開発	高付加価値な木材の MATERIAL 利用（代替素材）
		高付加価値な木材の MATERIAL 利用（食料・飼料）
		高付加価値な木材の MATERIAL 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	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	山林域での通信環境構築

- 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

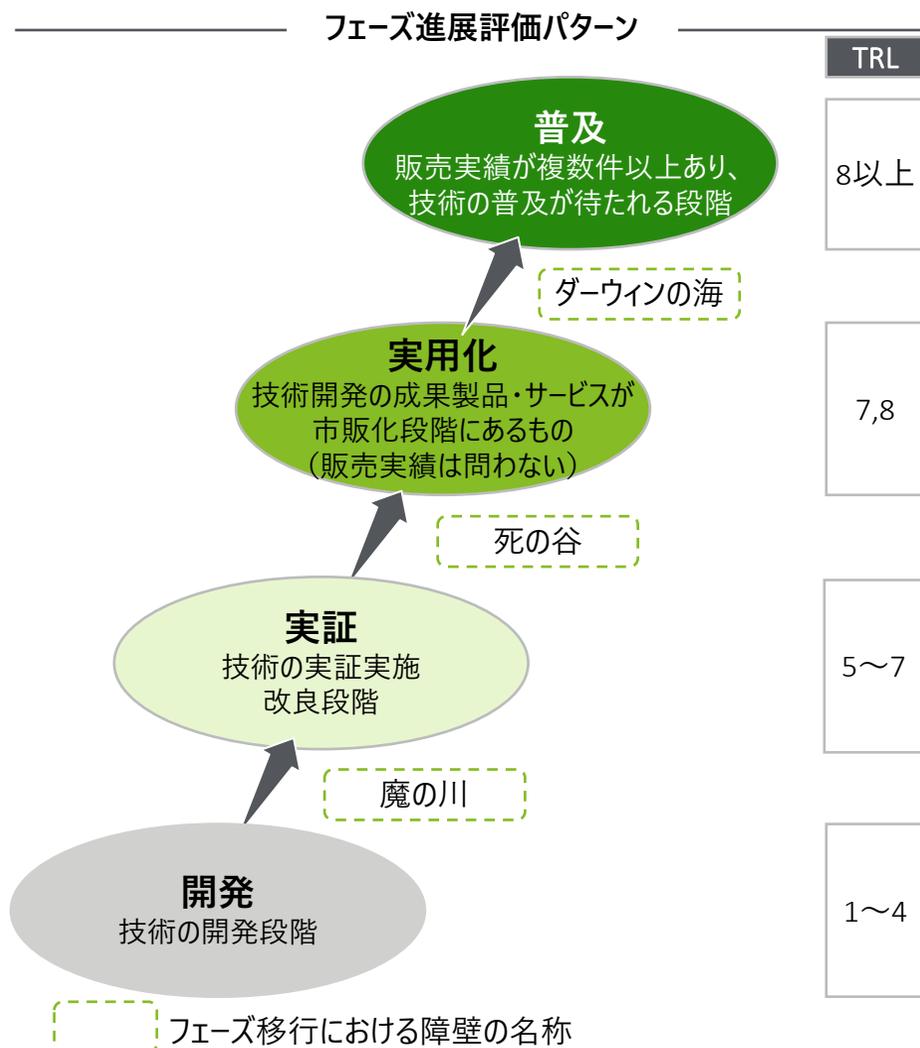
技術熟度レベル（TRL: Technology Readiness Level）

（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／実用型地域モデルが、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／実用型地域モデル		
5	機器・システムの実用型プロトタイプ／実用型地域モデルが、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

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 <u>のフェーズを決定</u> ▶ TRL8以上の場合、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 <u>フェーズまで進展するかをPEST分析の観点から判断</u>

技術リスト (1/24)

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

#	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)
1	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	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	航空レーザ測量解析、UAVレーザ測量解析の実施	林業/建設業	普及	→ 普及	8	8
3	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	普及	→ 普及	8	-

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	森林所有者との合意形成

#	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)
4	施業計画策定支援ソフトウェア	森林所有者に対する施業提案を効率的に行うシステム	林業	普及	→ 普及	8	-
5	所有者意向のデータベース管理	伐採計画・実行、素材販売・精算までの事務処理をWeb上で完結するシステム。共同販売取引効率化を目的としてオーストリアで導入済	海外 (林業)	普及	→ 普及	6	8

技術リスト (2/24)

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	計画策定の効率化

#	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)
6	レーザー測量解析成果を活用した施業計画の作成	間伐対象林分の自動判定、出材シミュレーションシステム、架線系索張支援システム等を活用	林業	普及	→ 普及	8	-

技術リスト (3/24)

大分類	中分類	林業課題
②境界確定	境界確定	現地立会の効率化

#	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)
7	林内画像・位置表示システムを活用した現地立会の効率化支援	林内の画像や位置情報を表示するシステム。車載写真レーザ測量システム、スマートグラス等を活用。現地立会の省略、森林境界の明確化支援	林業/製造業/工業	普及	→ 普及	8	8

大分類	中分類	林業課題
②境界確定	境界確定	境界線案描画の自動化

#	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)
8	通信衛星を利用した森林境界データのデジタル化とドローンの運行管理	準天頂衛星システムにより精密な3次元位置の把握が可能。取得航空レーザ計測データや空中写真を基に林分の境界を自動認識し明確化	林業/環境	実証	→ 普及	6	-

大分類	中分類	林業課題
②境界確定	境界確定	計画策定の効率化

#	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)
9	UAV LiDARによる3次元地形測量	「UAV LiDAR」: UAV写真測量と違い樹木を伐採せずに地表のデータ採取が可能。	林業/建設業	普及	→ 普及	8	8

技術リスト (4/24)

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	伐採・集材・運材	計画策定の効率化 (一貫作業含む)

#	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)
11	3次元データ解析による計画策定の効率化	3D施工データ要素を自動・半自動で解析・抽出し、圧倒的な速さで「使える3D施工データ」を作成。確認機能を搭載し、確実なデータ作成支援	林業/ 建設業	実証	→ 実用化	5	8

技術リスト (5/24)

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	伐採・集材・運材	作業の自動化（伐採）

#	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)
12	収穫物自動認識と収穫作業自動化	可視画像撮影と距離計測が可能なRGB-Dカメラによるディープラーニングにより収穫物を判定し、ロボットアームにより収穫	農業	開発	→ 実証	-	6
13	伐倒機械の遠隔操作技術	ラジコン式伐倒作業車、無人化施工バックホウ、等を活用した作業の自動化	林業/ 建設業	実用化	→ 実用化	6	8
14	伐倒機械の自動運転技術	自走式収穫ロボット、自動運転バックホウ、アーム型収穫ロボット、自動収量コンバインを活用した機械の自動運転	林業/ 農業/ 建設業	実用化	→ 実用化	5	8
15	ウインチアシストシステムによる傾斜地での機械走行技術	伐採・搬出重機をアシストしワイヤーで引っ張ることで重機の安定姿勢を保ち、傾斜地でも伐採・搬出重機を使用して作業が可能	林業/ 建設業	普及	→ 普及	8	-
16	人型ロボットによる伐倒作業	大きな段差や傾斜のついた足場を俊敏に走破可能な人型ロボットにチェーンソーを携帯させ、伐採作業の自動化を図る	ロボット工学	開発	→ 実証	-	4

技術リスト (6/24)

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	伐採・集材・運材	作業の自動化 (車両系－集材・運材)

#	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)
17	電磁誘導線を敷いた道路の走行による自動運転	誘導電線制御による自動走行機能搭載フォワード。地中に埋設された電磁誘導線・磁石配置に従い走行・停止・加減速する。前方カメラで障害物を検知すると走行停止	林業/環境	実証	→ 実用化	5	－
18	搬送用大型ダンプトラックの自動運転	自動運転技術搭載大型トラック、車両の走行位置や経路はGNSSデータ、カメラ、LiDARで把握、全車速ACCで安全な車間距離を保ち、障害物検知時は停止	林業/建設業	実証	→ 実用化	5	7
19	電動アクチュエータによるクローラードンプ用の遠隔操作システム	操作レバーを電動アクチュエータで遠隔操作。取付け、取外し、載替が可能。インターネット回線を利用しスムーズな操作が可能、インターネット環境下のどこからでも操作できる	林業/建設業	実証	→ 実用化	5	7
20	電動式の自動運転可能な林業向け木材運搬用トラック	自動運転搭載電動トラック。ドライバーなしでの運用、遠隔操縦が可能。4Gモバイルネットワーク経由で離れた地点から運転可能	海外 (林業)	実証	→ 実用化	4	－
21	レーザスキャナ/制御用PCの搭載による既存機械の自動運転化	汎用の建設機械にGPS、ジャイロ、レーザスキャナなどの計測機器及び制御用PCを搭載し、自動機能を付加し、既存の建機の自動運転を実現	建設業/ 農業	実証	→ 実用化	－	8

技術リスト (7/24)

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	伐採・集材・運材	作業の自動化 (架線系 - 集材・運材)

#	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)
22	架線集材 - AI自動集材システム	荷掛け、搬送、集積場の荷下ろし、荷掛け場へ移動の一連工程の遠隔操作・自動化システム	林業	実証	→ 実用化	6	-

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	伐採・集材・運材	作業の自動化 (検収)

#	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)
23	木材検収システム	AIによる画像認識や音声入力により、はい積の本数・直径・材積を自動計測・集計	林業	普及	→ 普及	8	-

技術リスト (8/24)

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	伐採・集材・運材	生産管理の効率化

#	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)
24	クラウド型生産性管理システム	農業の生産性と労務生産性を管理するSaaS型クラウド生産性管理システム	農業	開発	→ 実用化	-	8
25	ICT生産管理による林業機械の一元管理	ICTハーベスタ、伐出作業/営農管理/作業日報管理システム等の人、モノ、機械のリアルタイム情報を一元管理	林業/農業/建設業	実証	→ 実用化	4	-

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	伐採・集材・運材	林業機械の脱炭素化

#	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)
26	建機ベースマシンの電化	電動油圧ショベルなどが実用化。トルクと速度に最も重要な伝送システムにデュアルスピードトランスアクスルシステムを採用。効率的な運用を実現	建設業	開発	→ 開発	-	8

技術リスト (9/24)

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	伐採・集材・運材	補助機器等による労務負荷減少

#	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)
27	アシストスーツ等、労務負荷軽減のための装着具	アシストスーツ、装着型サイボークを活用した労働者の負荷軽減	農業/林業/流通業	実証	→ 実用化	5	8
28	傾斜地の移動補助装置	「のり面昇降アシスト装置」斜面上部に設置した機械をリモコン操作し、ウインチにより作業員ののり面昇降をサポート	建設業	実証	→ 実用化	5	8
10	GNSS測量システムによるナビゲーション	GNSSとデジタルレーザーコンパス測量により現場作業を大幅に効率化。GNSSと連携させることにより、伐採対象木までのナビゲーションが可能	林業/建設業	普及	→ 普及	8	8

技術リスト (10/24)

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	伐採・集材・運材	危険作業時の安全性向上 (作業者モニタリング)

#	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)
29	ウェアラブルデバイスを活用した安全管理対策技術	ウェアラブルデバイスによる作業者の生体情報と環境情報の解析やウェアラブルサーモデバイスによる体表面の温度調節による労働者の安全管理	製造業/ 建設業	実証	→ 普及	5	8
30	位置情報連携による遠隔現場管理システム	サービス提供事業者のシステムと連携し、地図上に現場図面を重ね合わせ、人、モノ、建設機械などのリアルタイムの位置情報を、気象、交通情報と併せて一元表示	建設業	開発	→ 実証	-	7
31	騒音環境下での作業員への緊急伝達装置	災害など異常発生時に、騒音環境下でも確実に周囲の作業員に知らせるシステム	林業	実証	→ 実用化	5	-

技術リスト (11/24)

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	伐採・集材・運材	危険作業時の安全性向上 (安全対策技術)

#	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)
32	スマートチェーンソー	危険な行為(ななめ伐り、元玉伐り等)を感知すると、エンジンが停止するチェーンソー	林業	実証	→ 実用化	5	-
33	AIやIotを活用した建設機械の事故低減システム	油圧ショベル人検知衝突軽減システム、画像IoTを活用したフォークリフト事故低減サービス、建設重機用ドライブレコーダーを活用した事故低減システム	建設業	実証	→ 普及	5	8
34	ミリ波センサを活用した雨、霧、雪、汚れ等の耐環境性に優れた衝突防止技術	ミリ波センサが検知した前方車両までの距離・相対速度等情報を基に衝突の危険性を判定し、危険度に応じてドライバー伝達やブレーキ制御するシステム	環境	実証	→ 実用化	5	8

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	伐採・集材・運材	危険作業時の安全性向上 (教育・啓発活動)

#	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)
35	ウェアラブルカメラを用いた遠隔臨場(建設業向けVR・ARソリューション)や体験型学習コンテンツ	現場職員のウェアラブルカメラと遠隔地のパソコンを接続し音声・映像で遠隔臨場を試行。体験型学習コンテンツとしても活用可(林業労働災害VR体験)	林業/農業/工業/建設業	普及	→ 普及	8	8
36	トレーラーの3次元道路運搬シミュレーション	BIM/CIM技術等のソフトを組み合わせ、アニメーションを生成、危険ポイントなどを見やすい角度で確認できるシミュレーションソフト	建設業	実証	→ 実用化	-	7

技術リスト (12/24)

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	木材取引	木材仕入・販売の効率化

#	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)
37	クラウド受注システム	クラウド型受発注管理システムによる注文受付、出荷処理、請求書作成等	農業	実証	→ 実用化	-	8
38	原木市場web入札システム	木材情報をインターネットで公開し入札を行う	林業	普及	→ 普及	8	-
39	車両動態管理システム	原木等のトラック配送状況（位置情報等）の見える化	流通	実証	→ 普及	-	8

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	木材取引	市場動向予測の効率化・高度化

#	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)
40	AIデータ解析による市場予測	過去の市場取引価格、企業情報、トレンド、気象データ等をAI解析することで、将来の市場取引価格を予測し、市場動向を提供	農業/通信	実証	→ 普及	-	7

技術リスト (13/24)

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	木材取引	トレーサビリティ確保

#	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)
41	トレーサビリティ管理システム	食品トレーサビリティ、貨物トレーサビリティ、木材トレーサビリティなどがすでに実現されている	林業/食品業/運送業	普及	→ 普及	8	8
42	ブロックチェーン技術によるトレーサビリティ管理	ブロックチェーンを活用したワインのトレーサビリティプラットフォーム「VinAssure (ビンアシュア)」	農業	開発	→ 実用化	-	7

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）

#	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	5	7
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土木現場でも活用可能なカーゴドローンを実証実験して無人搬送車の代替として、山間部や急傾斜地に位置する土木現場でも活用可能なカーゴドローン	建設業/農業/林業	実証	→ 実用化	6	3

技術リスト (14/24)

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 (造林・下刈等)

#	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)
45	多目的造林作業機械による作業自動化	アタッチメント交換により伐根粉碎、残材集材、下刈り、コンテナ苗運搬等複数の造林作業が可能な造林作業機械 現在遠隔操作を開発中	林業	普及	→ 普及	8	-
46	ドローンからの種子射出による植栽自動化	ドローンから種子射出により労働者より10倍速く植栽。技術、生態学を組み合わせ、発芽種子を土壌に発射させる技術。従来の植樹方法よりも80%コストが低い	海外 (林業)	実用化	→ 普及	8	-
47	下刈機械の遠隔操作技術	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草刈の遠隔化	農業/林業	実証	→ 普及	5	8
48	トラクターの自動走行による農作業の自動化	ロボットトラクタ、自動運転田植機による耕耘・田植え・施肥等の自動化	農業	実証	→ 普及	-	8

技術リスト (15/24)

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	路網設計・施工	作業の自動化（路網開設）

#	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)
49	路網設計支援ソフトによる計画策定の自動化	航空レーザ測量データを活用し、ICTにより林業専用道等の線形を自動設計	林業	普及	→ 普及	8	—
50	マシンガイダンスシステムによる情報化施工	GPSにより建機やバケット刃先の位置を特定する3Dシステム。モニターに表示されるバケット刃先と設計ラインを基に操作し精度の高い施工が可能	建設業/ 林業	実証	→ 実用化	6	8

技術リスト (16/24)

大分類	中分類	林業課題
④育種、苗木生産	育種、苗木生産	品種改良 (既存・新規樹種)

#	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)
51	エリートツリー	精英樹の中でも、特に優れたものを交配した苗木の中から選ばれた、第2世代以降の精英樹で、初期成長の早さを特徴に持ち材質や通直性に優れている	林業	普及	→ 普及	8	-
52	早生樹	コウヨウザン、センダン等、生長が早く20～30年程度で収穫可能な品種の活用	林業	普及	→ 普及	8	-
53	ゲノム編集による品種改良	ゲノム編集技術により、DNA配列のうち任意の箇所を編集し、品種改良を行う	バイオ	開発	→ 実用化	1	8

大分類	中分類	林業課題
④育種、苗木生産	育種、苗木生産	優良品種の増産

#	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)
54	コンテナ苗	マルチキャビティコンテナ等で育成した苗木で根鉢の成形性が保たれ、根巻きしない 伐採から植栽の一貫システムに活用	林業	普及	→ 普及	8	-
55	組織培養クローン	組織培養技術を用いた名木・貴重木のクローン化技術	林業	普及	→ 普及	8	-
56	セルへの培土充填機と真空播種機による自動苗生産システム	スウェーデン製セルへの培土・繊維充填機と南アフリカの真空播種機を使用した自動苗生産システムを導入し、高品質の苗を安定して供給	海外 (林業)	普及	→ 普及	8	-

技術リスト (17/24)

大分類	中分類	林業課題
④育種、苗木生産	育種、苗木生産	種子選別効率化

#	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)
57	AIによる種子並びに農産物の自動選別システム	AIを活用し、発芽能を有した充実種子を判別したり、複雑な形状や傷、色むらなどの外見情報に加え、糖度、リコペンなどの内部情報までも瞬時に確実に評価・選別	林業/農業	実用化	→ 普及	8	8

大分類	中分類	林業課題
④育種、苗木生産	育種、苗木生産	施設環境制御による苗木生産効率化

#	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)
58	リグニン配合による土壌改良	粘土質土壌に低縮合リグニンを混ぜて土を適度な塊にし、空気を多く含む土壌に改良して大豆の収穫量を上げる技術	材料/農業	実証	→ 実用化	-	7
59	センサー機器による施設環境制御	施設園芸用クラウドサービスと複合環境制御装置を組み合わせ施設内の水管理・灌水機器等を制御することで環境制御を行う	農業/林業	普及	→ 普及	8	8
60	ロボット技術による舎屋内作業自動化	豚舎洗浄ロボット、自動給餌ロボットなどが実現済み	畜産	開発	→ 実用化	-	8
61	AI画像解析等による、植物の生育状態の把握技術	遠隔病害虫診断システム、生育診断ロボット、土壌分析装置などを活用した植物の生育状態把握	農業	実証	→ 実用化	-	8

技術リスト (18/24)

大分類	中分類	林業課題
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）

#	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)
62	セルロースナノファイバー（CNF）	木材からセルロースを抽出してナノサイズまでほぐした新素材。自動車の内外装材、木材用塗料保湿性の高い繊維素材、地盤改良材等に活用	林業	実用化	→ 普及	5	-
63	改質リグニン	スギから抽出した熱成形可能な改質リグニンを自動車用部材、電子基板、3Dプリンター素材、配管シール材、代替プラスチック製品、化粧品に活用	林業	実用化	→ 普及	5	-
64	ナノカーボン	カーボンナノチューブ、グラフェン、フラーレン等。非常に軽量、電気・熱伝導率が高い特性。構造部材、導電材料、放熱部材、高速トランジスタ等に活用	材料	普及	→ 普及	-	8
65	木材の透明化によるガラス化技術	木の板に過酸化水素水を塗布し、エポキシ樹脂を注入することで透明化を実現	林業	開発	→ 実用化	4	-
66	PDC等プラスチック代替となる新素材	ペットボトル等のプラスチック代替となる新素材として、PDC（2-ピロン-4、6-ジカルボン酸）を製造	林業	開発	→ 実用化	3	-

技術リスト (19/24)

大分類	中分類	林業課題
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（食料・飼料）

#	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)
67	木のお酒	木を微粉碎し化学処理することなく酵素糖化して、スギ、サクラ、シラカバから木のお酒を製造	林業	実証	→ 実用化	4	-
68	木材チップの脱リグニン処理による飼料化・食品化	高消化性セルロース（養牛用飼料）による飼料化や木材パルプ原料の低カロリー健康食品の製造	畜産業/ 食品業	実用化	→ 普及	-	8

大分類	中分類	林業課題
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（その他）

#	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)
69	バイオ燃料	セルロース系バイオマスをガス化・液化することにより、航空機のジェット燃料や自動車の燃料として活用	材料	実証	→ 実用化	-	3
70	フルフラール（ヘミセルロースの利用）	希硫酸を用いたプロセスにより、ヘミセルロースからフルフラールを生産	材料	普及	→ 普及	-	8
71	スギ合板廃液を活用した空気浄化塗料の開発	スギ合板の製造過程で発生するタール状の乾燥廃液を塗料に配合し、有害な二酸化窒素を除去	林業	開発	→ 実用化	4	-

技術リスト (20/24)

大分類	中分類	林業課題
⑥森林保護 (獣害対策等)	森林保護	獣害対策 (防止・捕獲・駆除)

#	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)
72	ICTを活用した鳥獣害対策	「Animal PicMa! (アニマル・ピクマ)」: 被害・捕獲・目撃・防護柵の設置位置などの鳥獣害情報を管理するPC用ソフトウェア 大型檻、罠の遠隔監視・操作とセンサー検知による捕獲の自動化	農業/林業	普及	→ 普及	8	8
73	ドローン等を活用した害獣のモニタリング	夜間に赤外線カメラを搭載したドローンを飛行させ、UAV赤外線センサーで正確な個体数を把握 そのほか見回り・エサやりの自動化による効率的な罠管理システムの開発、GPSによるシカのモニタリング調査、イノシシ追払いドローンなどが開発されている	農業/林業	実用化	→ 普及	7	7

技術リスト (21/24)

大分類	中分類	林業課題
⑥森林保護 (獣害対策等)	森林保護	災害防止、盗伐防止等

#	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)
74	アプリによる山地災害の発生・リスク情報検知	<ul style="list-style-type: none"> ・ArcGIS Online：山地災害発生状況をオフライン環境でも利用可能な現地調査用モバイルアプリ ・土砂災害の危険性がある地域を抽出するAIモデル：複数の地形的特徴と技術者による地形判読結果を学習させることで、潜在的な危険箇所を短時間で抽出 	林業	普及	→ 普及	8	8
75	ドローン映像のAI分析による、防災システム	ドローンや人工知能（AI）、第5世代（5G）移動通信システムなどの最新技術を使用した防災システム 火山噴火時にドローンからの映像を基にAIが登山者の数を分析、5Gを使って麓とリアルタイムで情報共有し、緊急時の効率的な避難誘導などにつなげる その他、噴火地点や溶岩流の速度の検証などにも活用予定	防災	開発	→ 実証	-	2
76	AIによる伐採地等の自動抽出技術	森林変化点抽出プログラム「FAMOST」	林業	実用化	→ 普及	7	-

技術リスト (22/24)

大分類	中分類	林業課題
⑦情報管理	情報管理	サプライチェーン内外のデータ連携

#	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)
77	クラウドシステム	森林クラウドシステムや全国農地ナビ（農地情報公開システム）を活用したデータ管理	産業全般	普及	→ 普及	8	8
78	データプラットフォームによるデータ連携・情報共有	<ul style="list-style-type: none"> ・「農業データ連携基盤WAGRI」：スマート農業をデータ面から支えるプラットフォームで、生産から加工・流通・消費・輸出に至るデータを連携 ・スマートシティにおける都市OSを用いた都市内・都市間におけるデータ連携：相互運用、データ流通、拡張容易という特徴を具備し、地域内外におけるデータ流通を促進 	農業/環境	開発	→ 実証	—	8
79	電子タグを用いたサプライチェーンの情報共有システム	サプライチェーンに流通する商品の過程の可視化を目的としたRFID利用環境構築の一環として、サプライチェーン各層事業者（メーカー、物流、卸、コンビニエンスストア事業者の配送センターや店舗）で管理される商品の流通に関する情報を共有する仕組みの構築	環境	実証	→ 実用化	—	6

技術リスト (23/24)

大分類	中分類	林業課題
⑦情報管理	情報管理	森林価値の可視化 (炭素固定量、 森林生態系サービス等)

#	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)
80	森林資源データによる炭素固定量の推定量算出ツール	・森林植生シミュレーター(FVS)の火燃料拡張(FFE)には、立木、枯れ木、枯れ木、森林の地面バイオマス情報が含まれており、時間の経過とともに炭素ストックの変化の推定が可能 それらを活用しCO2吸収量推定やCO2排出量を算出・可視化	農業、海外 (林業)	普及	→ 普及	8	-
81	ブロックチェーンによる生態系サービスの支払い	・衛星画像により保護対象の森林回廊を監視、回廊面積が一定範囲にとどまっていた場合、ブロックチェーン技術のスマートコントラクト機能により地元のコミュニティへの支払いを行う	海外 (林業)	実用化	→ 実用化	5	-
82	動植物等の位置情報マッピングアプリ	・「動植物・環境モニタリングシステムいきものNote®」：iPadを用いて効率的かつ精度よく動植物の写真データや位置情報を記録し、電子地図上へマッピングできる 現地における生態系関連情報として不可欠な「何が、いつ、どこで」を逃さずに、動植物や環境情報を記録できる	建設	実証	→ 実用化	-	7

技術リスト (24/24)

大分類	中分類	林業課題
⑧通信	通信	山林域での通信環境構築

#	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)
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	6
84	携帯圏外域での通信環境の構築技術 (大容量通信)	<ul style="list-style-type: none"> ローカル 5 G等を活用した大容量通信の構築技術。山林にローカル 5 Gの基地局を設け、斜面上に揚げたバルーンに電波を反射させることで、高い木や斜面に遮断されずに電波が行き届く環境をつくる。 山林に超高画質の4 Kカメラを複数台設置し、ローカル 5 Gで送受信した映像を基に、危険地帯への進入やヘルメット未着用など作業員の危険を人工知能 (AI) が判定し、管理者に伝える他、木材運搬車両を遠隔操作し、無人運転とする。 	建設/通信/ 林業	実証	→ 実用化	6	6
85	衛星を活用した広域・リアルタイム通信環境の構築技術	<ul style="list-style-type: none"> 中～低軌道上に存在する複数のリモートセンシング衛星からくる情報を活用し、広域・リアルタイムでの森林情報の把握、自動化機械の位置情報の把握と遠隔操作・制御・監視を行う。 従来の静止軌道上衛星に比べ通信速度の速さとすべての地域で活用できることが特徴。 	医療/通信/ 林業	実証	→ 実用化	—	—
86	低周波領域の活用による低消費電力・長距離通信の構築技術	<ul style="list-style-type: none"> 1ギガヘルツ (GHz) 未満の帯域におけるWi-Fi の機能を強化し活用する「Wi-Fi HaLow」技術を活用し、消費電力を最低限にしつつ、長距離、障害物に対する適応性が高い通信を行う。 センサー ネットワークやウェアラブルといった低消費電力の接続環境が欠かせない技術に適しており、壁や他の障害物の通過性が重要となる環境でも、堅牢性に優れた接続を提供できる。 	通信/林業	実証	→ 実用化	—	6