

テーマ1

新技術／総合戦略 報告書

目次

1.調査目的・調査方針の概要	3
2.林業課題整理	6
3.技術探索	13
4.導入可能性調査	19
5.プログラムアップデート案を作成	24

1.調査目的・調査方針の概要

テーマ1「新技術／総合戦略」では、異分野含む先端技術の探索・評価を行い、林業イノベーション現場実装推進プログラムのアップデート案を作成しました

テーマ1「新技術／総合戦略」 実施概要

テーマのビジョン (森ハブにおける将来像)

- 異分野の技術を織り込んだ技術リストを作成し、林業イノベーションに活用可能な技術を網羅的に整理する
- 各技術の現場実装に向けたロードマップの達成状況をモニタリングすることで、林業イノベーション普及・展開に寄与する

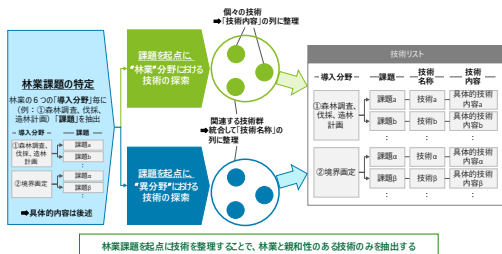
本年度のゴール

- 「林業イノベーション現場実装推進プログラム」において掲載される技術と普及展開のロードマップのアップデート案を作成する

本年度の実施事項・成果物

技術リスト作成

林業イノベーションに資する技術を技術リストとしてとりまとめ、導入可能性を検討・評価



成果物

林業イノベーション現場
実装推進プログラムの
アップデート案を作成

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

事業課題	課題 (作内内容)	タイムライン	TRL	技術開発と の現状	普及に向けた課題	技術実 現
森林資源の適正化・ 確保向上	・「林」に関する森林資源適正化 の取組			●普及している「林」に関する 技術・資料の整理 ●普及・向上に向けた「林」サポ ーターの育成	●普及・向上に向けた取組に対する 人材育成	1 3
森林資源の 持続可能な 生成	・「森林計画策定支援」フェーズ の取組 ・水循環型の「グリーン」取組		S O	2020年4月～1年間の期間、 「水」に関する取組は「水」サ ポーター育成に向けた取組 ・「グリーン」に関する取組は 「グリーン」サポーター育成に 向けた取組	●「森林計画策定支援」に向けた 人材育成 ●「水」に関する取組は「水」サ ポーター育成に向けた取組	2 4 5
計画策定の効率化 ・計画策定の成果活用	・「林」に関する計画策定の成果活用 に向けた取組		S	●「林」に関する計画策定の成果 活用に向けた取組	●「林」に関する計画策定の成果 活用に向けた取組	6 9

専門委員会での協議事項

第1回

- 調査方針案
- 技術リストフォーマット（案）

第2回

- 技術リスト（異分野探索）
- 導入可能性評価方法

第3回

- 技術リスト／導入可能性評価
- 「林業イノベーション現場実装推進プログラム」アップデート案

第4回

- ## ■「林業イノベーション現場実装推進プログラム」アップデート案

【調査方法】林業課題を整理した上で、異分野等の技術探索を実施し、導入可能性を評価して、林業イノベーション現場実装推進プログラムをアップデート案を作成しました

テーマ1「新技術／総合戦略」 調査の進め方

1. 林業課題整理

■ 林業課題の抽出

- 「林業イノベーション現場実装推進プログラム」における課題を整理
- その他、「スマート林業構築 普及展開事業報告書」や、諸外国における技術動向からも林業課題を抽出し整理

■ 技術リストの作成

- 既存技術整理及び異分野の技術探索により技術リストを作成
 - 林業課題を起点として、林業分野・異分野の技術を探索
 - 探索する異分野のリストアップ

2. 技術探索

■ 技術探索

- 林業課題を起点に、林業分野、異分野の技術を探索
- 類似技術は統合し、技術リストにおいて整理
- 各技術は、技術名称・内容とともに、導入可能性を評価するためにPEST分析の観点で情報を収集

3. 導入可能性評価

■ 導入可能性評価

- 各技術について「開発」「実証」「実用化」「普及」の4つのフェーズに区分し、2021年→2025年の推移をPEST分析の観点で評価
 - 2021年のフェーズについては、TRL（Technology Readiness Level）より決定
 - 2025年のフェーズは、Political（規制等）Economical（コスト）Social（社会的的重要性）の観点で評価が高いほど、2021年フェーズより進展するとして評価

4. プログラム アップデート案作成

■ 林業イノベーション現場実装推進プログラム アップデート案を作成

- 技術リストにおいて、導入可能性を評価した各技術をプログラムのロードマップに反映
- 類似する技術は統合して反映させることとした
- 技術実装の推進方策についても内容をアップデート

2.林業課題整理

林業イノベーション現場実装推進プログラムや林業におけるイノベーションの方向性・将来像を示した技術レポートを基に林業課題を抽出、大分類・中分類・林業課題に整理しました

林業課題の特定

導入分野の設定

- 林業課題を整理する枠組みとして、「先端技術の導入する林業分野」（導入分野）を整理する。
- 具体的には、林業のバリューチェーンを業務従事者・事業領域の違いから8つの導入分野に分類し、粒度が大きい分野は中分類に整理する。

林業課題の抽出・整理

- 林業イノベーション現場実装推進プログラムや、林業におけるイノベーションの方向性・将来像を示した技術レポートにおいて提示されている課題を、先端技術により解決を図るべき林業課題として抽出する。
- 抽出した課題を、対応する導入分野に当てはめてリストとして整理する。

先端技術を導入する林業分野

大分類	中分類
XXXXXXX	XXX
	XXX
XXXXXXX	XXX
	XXX

先端技術により解決を図るべき 林業課題

出典資料

XXX	XXX
XXX	XXX
XXX	XXX
XXX	XXX
XXX	XXX

リストとして整理した各課題を起点として、解決に資する先端技術を探索し、導入可能性を分析する

林業イノベーション現場実装推進プログラム（現行）のほか、日米欧における技術レポートを基に、林業課題リストを整理しました

林業課題リスト（1/2）

先端技術を導入する林業分野		林業課題	根拠
大分類	中分類		
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	1
		森林所有者との合意形成	3
		計画策定の効率化	1
②境界確定	境界画定	現地立会の効率化	1
		境界線案描画の自動化	1
		計画策定の効率化	1
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）	1
		作業の自動化（伐採）	1
		作業の自動化（車両系－集材・運材）	1
		作業の自動化（架線系－集材・運材）	1
		作業の自動化（検収）	1
		生産管理の効率化	1
		林業機械の脱炭素化	1
		補助機器等による労務負荷減少	4
		危険作業時の安全性向上（作業者モニタリング）	1
		危険作業時の安全性向上（安全対策技術）	1
		危険作業時の安全性向上（教育・啓発活動）	1
	木材流通	木材仕入・販売の効率化	1
		市場動向予測の効率化・高度化	3
		トレーサビリティ確保	4
	造林・育林作業	作業の自動化（資材運搬）	4
		作業の自動化（造林・下刈等）	1
	路網設計・施工	補助機器等による労務負荷減少	1
		作業の自動化（路網開設）	1

林業イノベーション現場実装推進プログラム（現行）のほか、日米欧における技術レポートを基に、林業課題リストを整理しました

林業課題リスト（2/2）

先端技術を導入する林業分野		林業課題	根拠
大分類	中分類		
④育種、苗木生産	育種、苗木生産	品種改良（既存・新規樹種）	2
		優良品種の増産	1
		種子選別効率化	1
		施設環境制御による苗木生産効率化	1
		生産管理	1
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）	1
		高付加価値な木材のマテリアル利用（食料・飼料）	5
		高付加価値な木材のマテリアル利用（その他）	5
⑥森林保護（獣害対策等）	森林保護	獣害対策（防止・捕獲・駆除）	4
		災害防止、盗伐防止等	4
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	1
		森林価値の可視化（炭素固定量、森林生態系サービス等）	2
⑧通信	通信	山林域での通信環境構築	5

根拠資料他	
1	林業イノベーション現場実装推進プログラム
2	（USA） AGRICULTURE INNOVATION STRATEGY_ A directional vision for research
3	（EU） Strategic research and innovation AGENDA 2030 OF THE EUROPEAN FOREST-BASED SECTOR
4	スマート林業構築普及展開事業報告書
5	委員会討議における意見等

技術リストでは林業課題を35課題に整理し対応する技術をリスト化しました

8分類35項目に整理した林業課題

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
		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

技術リストでは、技術内容に加えて、導入可能性を評価するためのPEST分析観点（規制、コスト、社会的重要性、技術熟度）の項目を設けることとしました

技術リストのフォーマット

整理番号	導入分野（林業）		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
	大分類	中分類							

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 (異分野技術)	TRL判断理由 (異分野技術)	TRL (林業技術)	TRL判断理由 (林業技術)	

導入可能性欄は、PEST分析観点から「実用化→普及」のように2021年度時点のフェーズと2025年時点で予想されるフェーズを評価して記載（後述）

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）

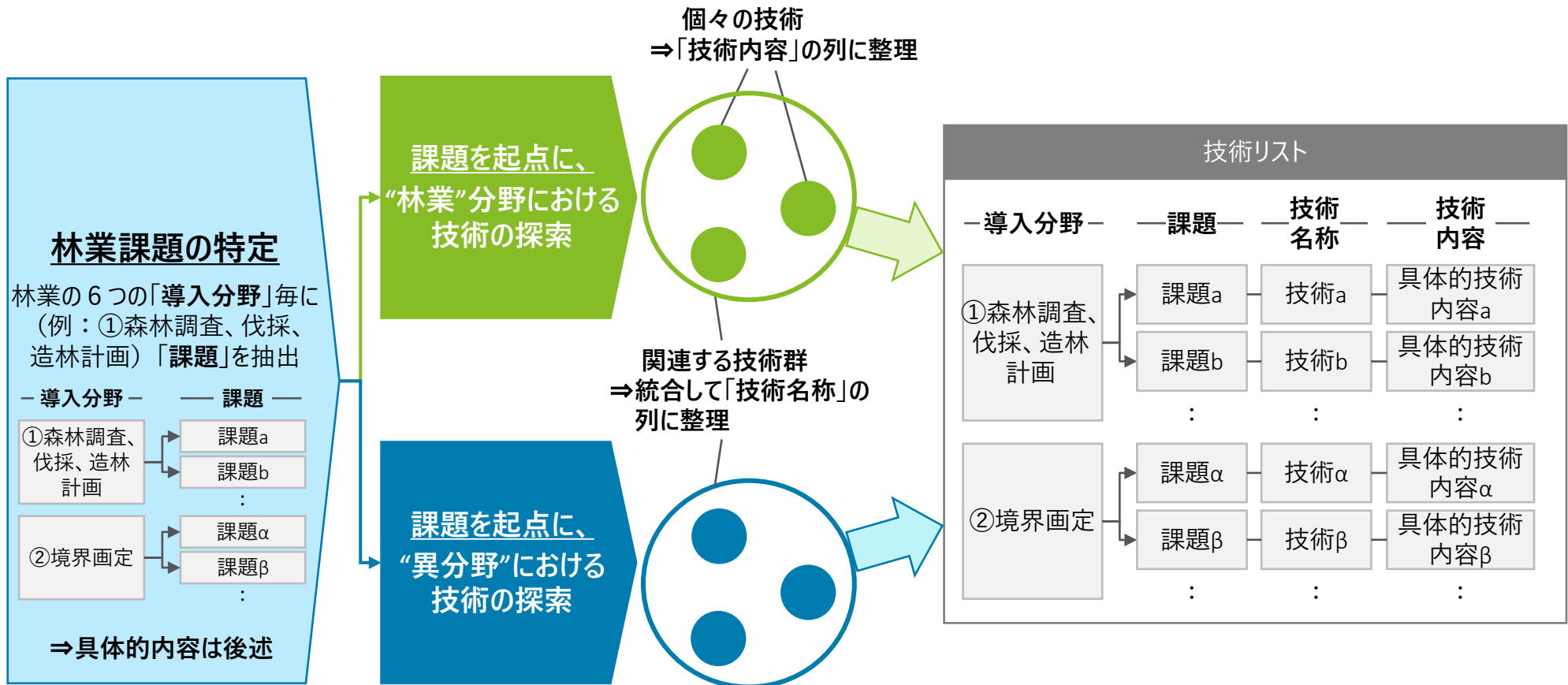
（参考）環境省の技術熟度評価制度（TRA: Technology Readiness Assessment）は8つのレベルから構成されており、レベルの上昇に伴って市場投入に近づく仕様となっている（デロイト・トマツグループが環境省より受託して開発）。

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性能の把握	—	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

3.技術探索

林業の導入分野毎に林業課題を抽出し、課題起点に技術を探索することで、林業と親和性のある異分野技術を「技術リスト」にとりまとめました

技術リストの作成手順



林業課題を起点に技術を整理することで、林業と親和性のある技術のみを抽出する

政策文書や技術レポートにおいて林業イノベーションに資する技術が言及されている分野を 先端技術の探索先として設定しました

異分野の先端技術探索 (1/4)

優先度	分野	分野選定理由	情報ソース	
			二次情報	一次情報取得先
－	分野横断	ICT、AI、ロボット技術等については、林業イノベーションに資する技術について分野横断的に先端技術探索を行う	< 内閣府 > ・科学技術・イノベーション基本計画（令和3年） ・統合イノベーション戦略2020 < IPA > ・AI白書2020	J-GLOBAL 国立研究開発法人科学技術振興機構の提供する科学技術情報の検索支援サービス
優先度：高 既に林業イノベーションに資する技術が複数以上存在することが確認でき、参考情報等で言及されている異分野を「優先度：高」とする				
高	農業 (水産業)	【森林・林業・木材産業分野の研究・技術開発戦略】 （林野庁H29年） 鳥獣害対策 について「農業研究分野と連携しつつ、主伐・再造林予定地周辺における野生鳥獣分布や林業被害の予測手法の開発、大苗植栽や下刈り方法の変更など野生鳥獣の生物特性に応じた施業や保護資材等による被害軽減技術の開発、ドローンやICT等を活用した監視・捕獲技術の高度化、捕獲等による個体数管理技術の開発を推進する」とあるほか、 収穫機械、施設栽培技術 等が広範な林業課題に技術を応用可能と考えられる	< 農水省 > ・農林水産研究イノベーション戦略2020 ・農業新技術の現場実装推進プログラム ・水産新技術の現場実装推進プログラム ・スマート農業技術カタログ ・スマート農業推進総合パッケージ ・農業データ連係基盤（WAGRI）	AgriKnowledge 農林水産研究に関する国内の論文・情報が探せるデータベース（アグリナレッジ）
高	バイオ	【森林・林業・木材産業分野の研究・技術開発戦略】 （林野庁H29年） 「優良木を早期に活用するため、品種開発の高速化や開発された品種の効率的な増殖が求められている。このため、DNAマーカーの利用によるゲノム育種等の早期選抜技術の開発、検定技術の高度化、バイオテクノロジーを利用した新たな育種技術の開発を推進する。また、トレーサビリティを確保する技術及び増殖技術の開発を推進する。さらに、長期的には、ゲノム育種の高度化を推進する」とあり、 苗木生産・育種、森林保護等 へ技術を応用可能と考えられる	< 内閣府 > ・バイオ戦略2020（令和3年） < 経済産業省 > ・バイオテクノロジーが拓く『第五次産業革命』（令和3年）	J-GLOBAL 国立研究開発法人科学技術振興機構の提供する科学技術情報の検索支援サービス

【】は根拠とした政策文書・技術レポート

政策文書や技術レポートにおいて林業イノベーションに資する技術が言及されている分野を 先端技術の探索先として設定しました

異分野の先端技術探索 (2/4)

優先度	分野	分野選定理由	情報ソース	
			二次情報	一次情報取得先
高	建設	【平成 30 年度スマート林業構築普及展開事業報告書】 (林野庁) 「i-Construction 推進の背景にある、「人手不足・3K からの脱却」といった建築・土木業界全体が抱える課題や、「新 3K の魅力のある現場の実現」といった目標は、林業業界と非常に親和性が高く、今後スマート林業の目指す姿や、その実現に向けたロードマップを示す上で参考となる貴重な先行事例といえる」とあり、林業機械等の自動化・遠隔化技術を応用可能と考えられる	< 林野庁 > ・平成 30 年度スマート林業構築普及展開事業報告書 < 国土交通省 > ・i-Construction大賞 (平成29年度以降)	i-Construction 国土交通省で進める「ICTの全面的な活用 (ICT土工)」等の施策導入を進める各種取組が掲載されている
高	環境	【2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略について】 (林野庁令和3年) 「2050年カーボンニュートラルの実現には材木育種の高速化等によるエリートツリーの効率的な開発や、センシング技術等の活用により主伐後の再造林等を推進し、森林吸収量の向上を図る。高層建築物等の木造化に資する木質建築部材の開発、工法の標準化や改質リグニン・CNF 等の新素材開発等により、木材による炭素の長期・大量貯蔵を実現する必要がある」とあり、関連技術の応用が考えられる	< 経済産業省 > ・2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略 (令和2年) < NEDO > ・『TSC Foresight』 TSC 技術戦略策定分野 「環境・化学分野」	共通のデータベース DeloitteTohmatsum 国内外の主要機関における技術開発・実証事業の採択案件の情報を網羅的に収集
高	材料	【木材の新たなマテリアル利用技術開発】(林野庁HP) 「近年、地球温暖化防止・プラスチック問題の解決や、再生可能な生物由来の資源の活用を経済成長に結びつけるバイオエコノミーの観点から、製材やエネルギー燃料といった従来の木材利用とは異なる分野に応用可能な木質系新素材の実用化に向けた研究開発が進んでおり注目を集めています」とあり、材料工学的な技術を木質資源のマテリアル利用に多数応用可能と考えられる	< 林野庁 > ・木材のマテリアル利用技術開発について	J-GLOBAL 国立研究開発法人科学技術振興機構の提供する科学技術情報の検索支援サービス

政策文書や技術レポートにおいて林業イノベーションに資する技術が言及されている分野を 先端技術の探索先として設定しました

異分野の先端技術探索（3/4）

優先度	分野	分野選定理由	情報ソース	
			二次情報	一次情報取得先
高	宇宙 (衛星・探査)	【本事業仕様書 ー 知的財産 ー】 「他分野・海外への進出可能な林業技術（ex. 架線集材技術の月面運搬技術への応用）」 <u>衛星画像解析</u>のように林業において利用可能な技術のほか、<u>架線集材技術</u>等は宇宙分野への進出も可能性があるため	< JAXA > ・宇宙探査イノベーションハブ共同研究一覧 < 内閣府 > ・衛星データをビジネスに利用したグッドプラクティス事例集	AIREX JAXAの提供するNASA、国内外機関の宇宙航空関連の文献が同時に検索サービス
優先度：中 林業イノベーションに資する技術が確認できる異分野のうち、技術の適用範囲が限定的と考えられる分野を「優先度：中」とする				
中	防災	【宇宙データ利用モデル実証事業について】（内閣府平成30年） 「多方面に甚大な影響を与えている森林火災について、インドネシアでの衛星データは、誤検知、検知漏れ、情報更新頻度の不足等が課題。既に国内で実証された、産業技術総合研究所が開発した短波長赤外（SWIR）波長帯データを利用したアルゴリズムについて、インドネシアで検証し森林火災の早期発見に役立てる」とあり、森林火災の早期検知等に技術を応用可能と考えられる	< 内閣府 > ・宇宙データ利用モデル実証事業について	J-GLOBAL 国立研究開発法人科学技術振興機構の提供する科学技術情報の検索支援サービス

政策文書や技術レポートにおいて林業イノベーションに資する技術が言及されている分野を 先端技術の探索先として設定しました

異分野の先端技術探索 (4/4)

優先度	分野	分野選定理由	情報ソース	
			二次情報	一次情報取得先
優先度：低 政策文書での記載はないものの、林業スタートアップ事例が確認できるその他異分野については「優先度：低」とし、事例調査に留める				
低	金融 × デジタル	【アクセラレーションプログラム 「SUSTAINABLE FOREST ACTION」 の受賞例 （令和元年度）】	「森のコイン」 （事業概要）山林の価値を自動評価し、森林所有者へコミュニティ通貨「森のコイン」を発行するサービス。このサービスを通じて、地元を離れる森林所有者と林業関係者との繋がりを再構築し、誰もが地域や企業の森づくり活動に参加することができるようになる事業。	Tech Harbor スタートアップ企業とベンチャーキャピタル投資の発展をモニタリングすることで、革新的なテクノロジーのトレンドを特定する、デロイト トーマツ コンサルティング（デロイト）が開発した専有ツール
低	教育		「森がたり」 （事業概要）環境教育に興味があるユーザーに対して、バーチャル学習、現場での伐採・造林の体験、伐採した材を加工した家具をユーザーに届けるなどのコンテンツを提供。自伐林家の森林を活用することで、自伐林家の収入をアップさせ、伐採・再造林を促す。	
低	娯楽		「山林で行うサバイバルゲーム事業」 （事業概要）伐採予定地で行うサバイバルゲーム事業。私有林の山主から山を借り、サバゲーフィールドとして提供する。入山料の一部をレンタル料、市町村に造林サポート基金として還元することで持続的な山づくりに寄与する。	
			< 株式会社Spero > ・令和元年度持続可能な森林づくりイノベーション創出事業 最終報告書 < 林野庁 > ・森林づくり分野への“異分野からの参入” ガイドライン・事例集	

4.導入可能性調査

技術リストの導入可能性は、林業イノベーション現場実装推進プログラムのロードマップと対応させる構成としました

技術リストの導入可能性と技術ロードマップ

■技術リスト（項目抜粋）

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 (異分野技術)	TRL判断理由 (異分野技術)	TRL (林業技術)	TRL判断理由 (林業技術)	制約条件	

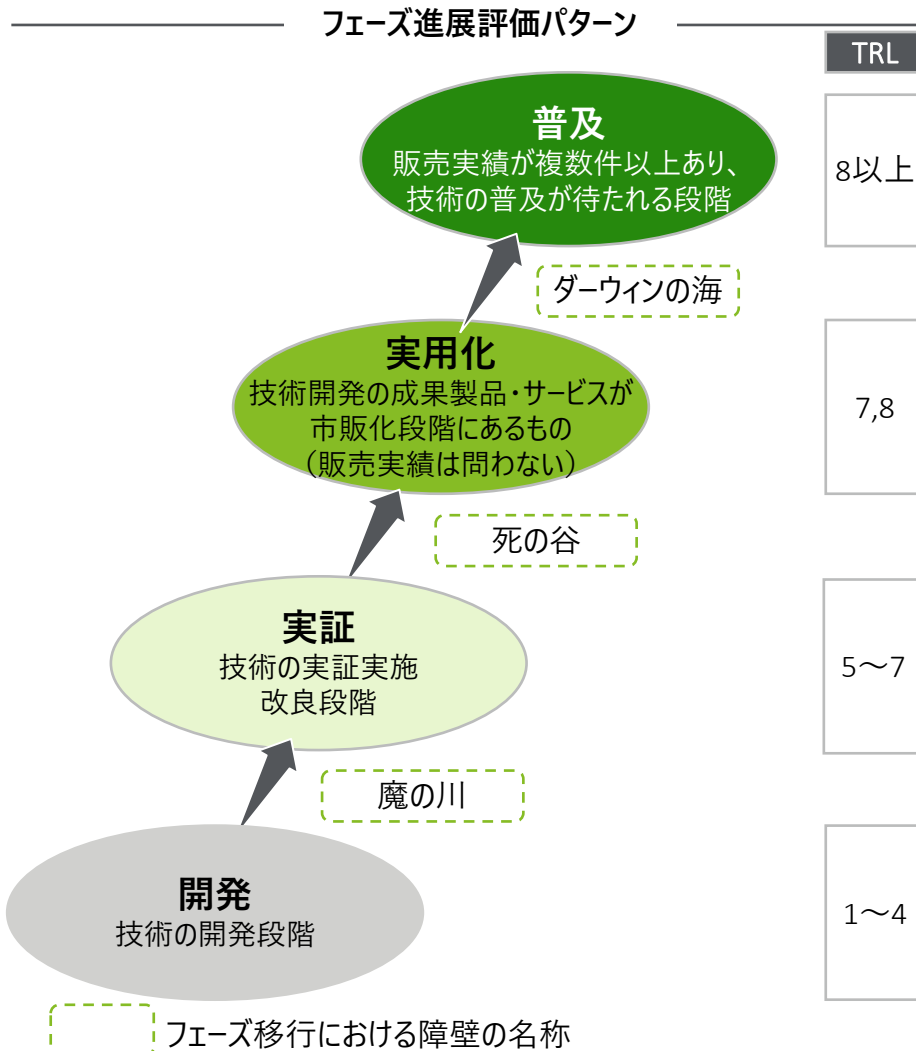
■技術ロードマップ

（林業イノベーション現場実装推進プログラムのアップデート）

林業課題		技術	タイムライン			異分野のTRL	林業のTRL／普及に向けた課題	
			2019	2022	2025			
境界画定	現地立会の効率化	机上で境界案を作成して現場立会の省略を可能とするソフト導入	開発	実証	普及	7	【建設】MMSによる立会省略を実証	8 現地立会の省略についての実証結果あり。普及の上ではリモートセンシングデータの整備が必要
伐採・集材・運材	生産管理の効率化	レーザ計測データ等のデータ形式・機能標準化	実証	普及		7	XXX	7 XXX
	作業の自動化（車両系－集材・運材）	自動積込、自動走行による運材作業の自動化	開発	実証	普及	8	【農業】自動運転トラクターが実用化	7 AI画像認識による材の自動積込技術の確立が必要
育種 苗木生産	品種改良（既存・新規樹種）	ゲノム編集による品種改良	開発	実証	普及	8	【バイオ】トマト、マダイなど農業・漁業において実用化済	1 スギなどの針葉樹において遺伝子を効率よく発現させるスイッチ（プロモーター）の発見

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① フェーズ設定



■技術リスト

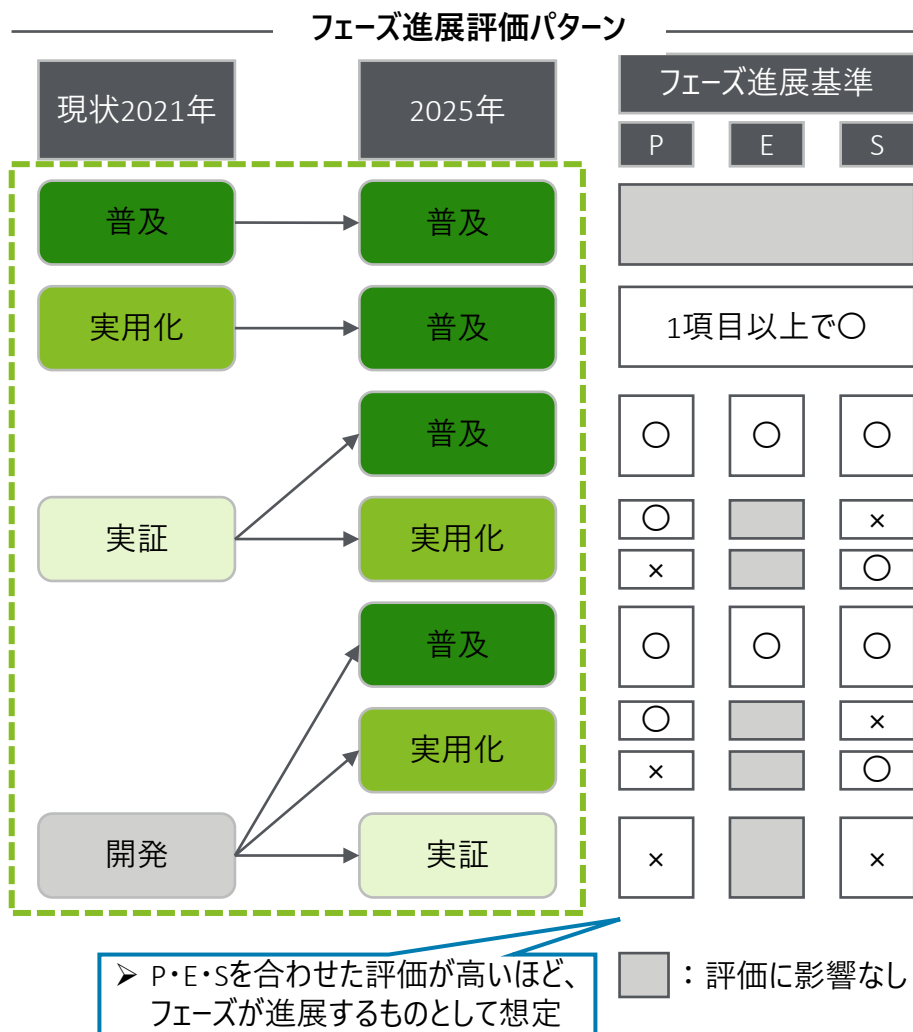
導入可能性	判断要素										出典
	Political (規制等)		Economical (コスト)		Social (社会的 重要性)		TRL (林業技術)	TRL判断理由 (林業技術)	TRL (異分野技術)	TRL判断理由 (異分野技術)	
	○	...	○	...	○	...	6	...	8	...	



	2021年	2025年
フェーズ決定方法	- 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	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（次頁）

技術リストの導入可能性評価では、各技術においてPEST分析の観点より2021→2025年のフェーズ進展を評価しました

導入可能性評価② フェーズ進展評価



PEST観点の評価基準（Tを除く）

評価	Political (規制等)	Economical (コスト)	Social (社会的重要性)
○	情報有：普及を妨げる規制がない	情報有：フィジビリティスタディで費用対効果プラス	労災事故減少等、業務効率化以上の社会的影響あり
×	情報有：普及を妨げる規制がある	情報有：フィジビリティスタディで費用対効果マイナス	業務効率化の効果以外に社会的影響が小さい
—	情報無	情報無	情報無

フェーズ進展の考え方

- 実用化**
 - P・E・Sいずれかの項目が「○」であれば普及フェーズに移行
- 実証**
 - P・Sの項目いずれかが「○」であれば実用化フェーズに移行
 - Eの項目で評価「○」となっており、P・Sの項目も「○」であれば普及フェーズに移行
- 開発**
 - P・Sの両項目「×」ならば実証フェーズまで以降
 - P・Sの項目いずれかに「○」で実用化フェーズに移行
 - Eの項目で評価「○」となっており、P・Sの項目も「○」であれば普及フェーズに移行

社会的重要性は、定性的な評価指標を予め設定した上で評価しました

導入可能性評価③ 社会的重要性の評価基準

評価	Social (社会的重要性)	対応技術例
○	【労災事故減少】 ・林業における労災事故減少に資すると考えられる場合 	#13 「伐採機械の遠隔操作技術」 #29 「ウェアラブルデバイスを活用した、安全管理対策技術」
○	【他産業での応用可能性】 ・地域林業に導入することで、山村地域における他産業等でも有効活用できる可能性がある 	#83～86 「通信環境の構築技術」
○	【生態系保全効果】 ・森林生態系の保全に寄与すると考えられる場合 	#72 「ICTを活用した鳥獣害対策」 #81 「ブロックチェーン技術による生態系サービスの支払い」 #82 「動植物等の位置情報マッピングアプリ」
×	【業務効率化の効果が主】 ・業務効率化や低コスト化、省力化についてはEconomicalの観点で評価されるため、Socialの観点では評価対象としない 	#25 「ICT生産管理による林業機械の一元管理」 #45 「多目的造林作業機械による作業自動化」

5.プログラムアップデート案を作成

ロードマップ及び技術実装推進方策について内容を更新し、林業イノベーション現場実装推進プログラムのアップデート案を作成しました

林業イノベーション現場実装推進プログラムのアップデート案の内容

林業イノベーション現場実装推進プログラム

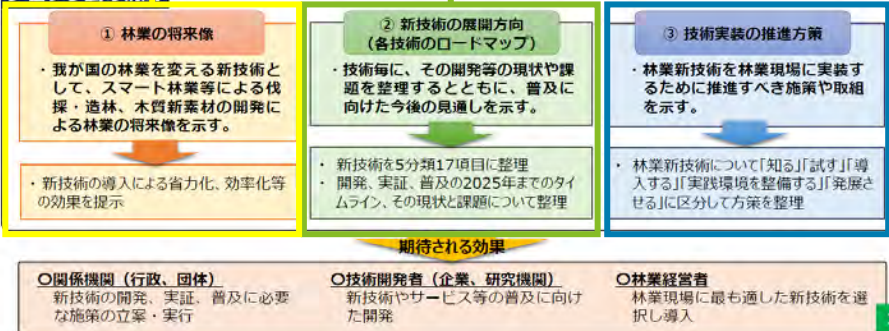
項目毎のアップデート内容

「林業イノベーション現場実装推進プログラム」について

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、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、本格的な付加価値の追求を迎え、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。これを契機として、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

- 通信に関する将来像を追加

② 新技術の展開方向（各技術のロードマップ）

- 新技術を8分類35項目の林業課題別に整理
- 技術リストに基づき、新技術を追加
- 開発・実証・実用化・普及のフェーズに分け、2025年までのタイムラインと現状課題について整理

③ 技術実装の推進方策

- 新技術の現場実装を推進するため、各主体によるプログラムの利活用方法を例示

山間部における通信環境構築技術が普及・拡大している姿を将来像として描きました

将来像（通信）の追加

1. イノベーションによる林業の将来像（通信）

追加

イノベーションによる新たな林業の将来像

- 新たな通信技術の発展・普及により、携帯圏外域の山間部において通信環境を構築
- 各種の通信環境構築技術により、林業施業地において先進技術導入が進展

コンセプト

携帯電話の圏外域となる山間部において、労働安全性や作業効率性が向上させるため
 ・現場ニーズの高い緊急通報や獣害対策について当面推進（技術的に確立されたLPWAを活用）
 ・LPWAでは対応不可能な林業機械の遠隔操作や生産データ送信等の新技術の検証・活用を推進
 ・将来的な大容量高速通信を用いた林業機械の遠隔化・自動化を目指した技術開発を推進
 上記施策により森林での通信環境を改善し、林業イノベーションに資する諸技術の導入を促進する

通信の確保

LPWAの活用により、これまで通信手段のなかった森林を「つながる」化



● LPWA等による緊急通報等

作業員間の通信（チャット通信）
 災害発生時の緊急通報
 獣害対策の省力化（ワナの遠隔監視）

より高度な通信の活用

現場のニーズや技術的可能性を勘案しつつ、求められる技術を実装

遠隔操作機械の開発・実証



● Wi-Fi等による通信環境構築

衛星コンステレーションの実証



●：既に実用化

Wi-Fi等を活用した遠隔操作機械開発・実証
 森林内での接続を確保するための技術的検討、
 設備投資についてのコスト的検討

将来的な取組

現場のニーズや技術的可能性を勘案しつつ、求められる技術の研究・開発

5G等を活用した遠隔操作機械や自動化機械の開発

● 林業機械の自動化・遠隔操作化



●：2022年頃までに実用化 ●：2025年頃までに実用化

森林内で接続を確保するための技術的検討
 設備投資についてのコスト的検討
 自己位置把握技術の技術的検討

山間部における通信環境を改善することにより
 労働安全性・作業効率性を向上させやすい事業環境を構築

ページ追加

- プログラム内の将来像イメージ（伐採・搬出）／（造林）／（新素材開発）と平仄を合わせて作成
- 通信環境構築について「通信の確保」「より高度な通信の活用」「将来的な取組」の3ステップで整理
- 通信環境構築により、各種の林業イノベーションに資する技術導入が促進されるとした

プログラムのロードマップでは3項目を追加し、林業技術の探索が容易な構成としました

ロードマップアップデート内容（1）項目の新規追加

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

（3）伐採・集材・運材・造林作業、路網設計・施工、生産管理

1	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	通信 機能	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。	将来必要	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。	将来必要	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ウェアに改良の余地が多数あり。 ・ユーザの使用感確認が必要。	必須	13
		・伐倒機械の自動運転／作業の自動化	実証	実用化		5	・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。	必須	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。	必須	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	将来必要	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		5	・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）。	必須	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	必須	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。	必須	21

更新

追加項目

1

林業課題

- ・ 林業課題を起点に技術をリスト化
- ・ 8分類35課題にて整理

2

TRL

- ・ 技術熟度レベルの項目を追加。技術リストより転記。異分野技術のTRLは、林業分野のTRLに置き換えて記載

3

通信機能

- ・ 通信機能の要否について「必須」「将来必要」「不要」の3区部で整理

4

技術リスト

- ・ 技術リストに記載の個別技術との対応関係

ロードマップのタイムラインは、導入可能性評価を反映、技術開発と普及の現状、普及等に向けた課題、については、各技術の調査内容より整理しました

ロードマップアップデート内容（2） 記載内容の更新

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

追加項目

(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	通信 機能	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)	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。	将来必要	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	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。	将来必要	15
		・伐倒機械の遠隔操作技術	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。	必須	13
		・伐倒機械の自動運転／作業の自動化	5	・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。	必須	12 14
		・人型ロボットによる伐倒作業	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。	必須	16
	作業の自動化 (車両系－集材・運材)	・電磁誘導線を敷いた道路の走行による自動運転	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。	将来必要	17
		・木材運搬用トラックの自動運転システム	5	・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）。	必須	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	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。	必須	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	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。	必須	21

5

6

タイムライン

- ・「開発」「実証」「実用化」「普及」の4つのフェーズ区分とし、技術リストの導入可能性評価を反映

技術開発と普及の現状

- ・技術リストにおける各技術のTRL調査時の内容を記載

普及等に向けた課題

- ・各技術の調査時に見出した普及上の課題について記載

プログラムの利活用方法ならびにMori-Hubによる支援策を推進方策として定義しました

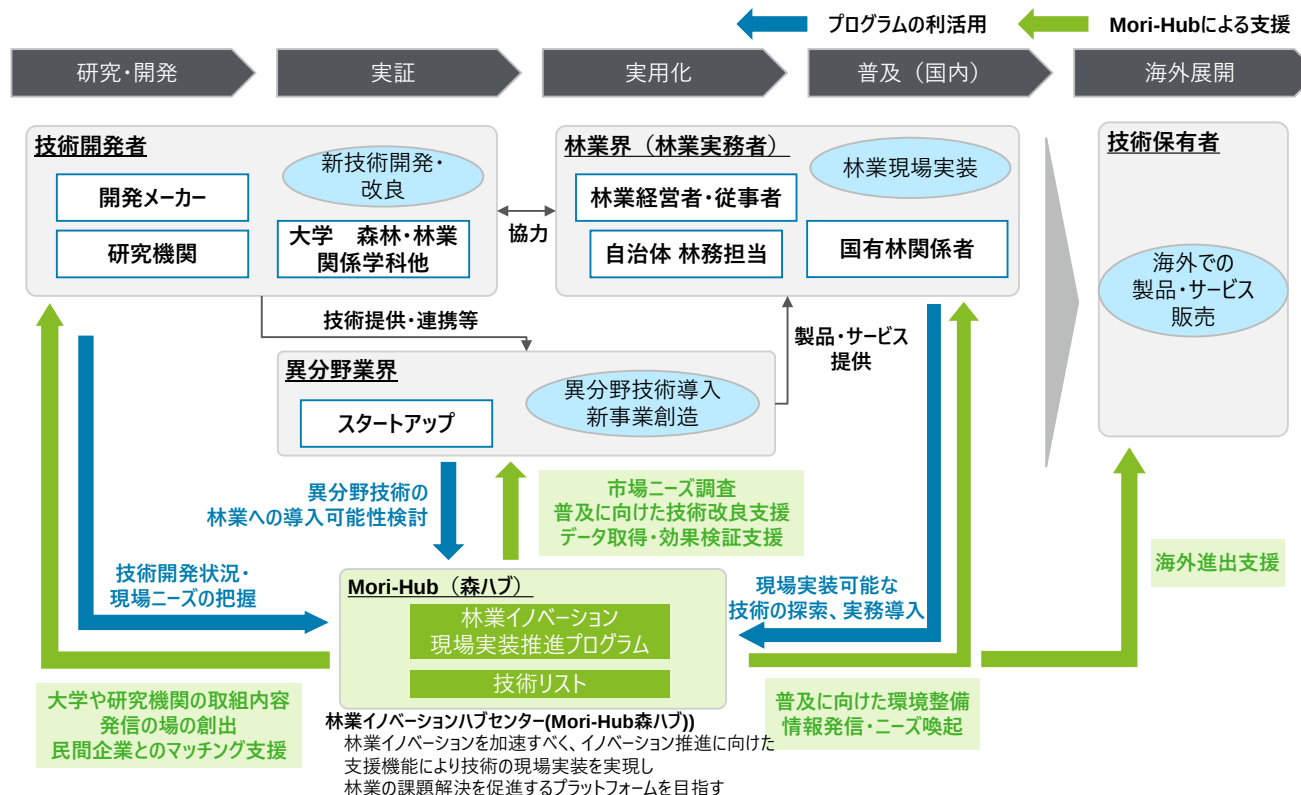
技術実装の推進方策 アップデート

3. 技術実装の推進方策

更新

変化点

- 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



- 従来の方策
『林業新技術について「知る」「試す」「導入する」「実践環境を整備する」「発展させる」に区分して方策を整理』
- アップデート版では、研究・開発、実証、実用化、普及の各フェーズにおいて、想定されるプレイヤーと、本プログラムの利活用方法を記載
- あわせて、Mori-Hubが各主体を支援することにより現場実装が促進されることを想定