

テーマ1

# 新技術／総合戦略

# 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、本年度のゴールとして、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す

## 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

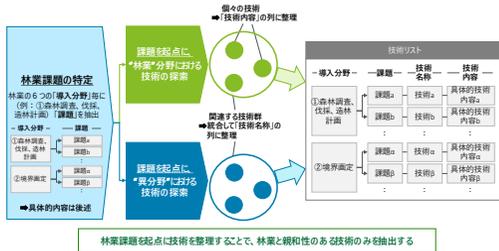
### 本年度のゴール

- 「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をアップデート

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
境界設定	現地実証の必要性	机上で実証性を検証し、実証委員会での承認可能な導入	2021 2025 2030	7	【緑野】Jurecによる実証性向上、普及の上ではドローンセンシングデータの活用が必要
生産管理の効率化	生体管理の効率化	レーザー計測データ形式への情報連携	2021	7	xxx
作業の自動化(除草機・集材機)	作業の自動化(除草機・集材機)	自動検知、自動走行による集材作業の自動化	2025	8	【農実】自動運転トラクター実用化
育種(苗木生産)	迅速育種(苗木生産)	ゲノム編集による品種改良	2030	8	【バイオ】ゲノム編集による育種効率向上(アブローター)の活用

### 専門委員会での協議事項 (案)

#### 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

# 第3回委員会で受けた御意見とその対応方針

## 委員指摘事項

項目	御意見概要	対応方針	第4回資料 対応箇所
技術リスト	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 技術実装の推進方策案では事業者のニーズ喚起の目線がないため、ビジネスまで至らないように感じる。国の政策としてニーズを促すなど、流れがないと進まない。神戸市のエコシステム形成においては市が先導してベンチャーの技術を使うなど、ニーズを促し、普及を促進する施策が行われている。普及を目指すのであれば自治体によって援助・推奨・認証が行われるなど、支援策が必要ではないか。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 森ハブの役割として事業者へのニーズ喚起を追記</li> <li>■ より普及促進を促す取組については、個々の自治体等の支援にも期待したいが、それについては個別自治体の施策として未記載とした</li> </ul>	<p>林業イノベーション現場実装推進プログラム ③技術実装の推進方策</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 技術の導入可能性について、海外で普及しているものの、国内では実証もされていないものがある。スケジュールは国内を想定したものか</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 海外や異分野で普及しているが、国内林業で普及していないものは、国内林業でのTRL・および導入可能性に置き換えてている。 (ex.国内林業では普及していない場合、「実証」→「実用化」)</li> </ul>	<p>林業イノベーション現場実装推進プログラム ②新技術の展開方向 (各技術のロードマップ)</p>

# 技術探索・評価により、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、技術リストとして整理
- 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

本委員会にて討議

#### ■ 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

- 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
  - 添付資料参照
- 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

# 林業イノベーション現場実装推進プログラムは、ロードマップ及び技術実装推進方策について内容をアップデートします

第三回委員会資料  
再掲

## 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内容

### 林業イノベーション現場実装推進プログラム

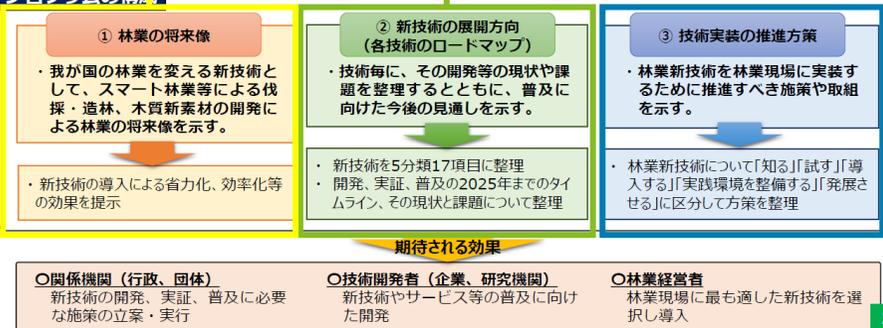
### 項目ごとのアップデート内容

#### 「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、木材の成分を原料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

- 変更なし

#### 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

# 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

第三回委員会資料  
再整理

## 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

# 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	普及に向けた課題	3	4
			2019	2022	2025					
1	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
		・チェーン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
	作業の自動化（伐採）	・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	・伐倒木をレーザー技術で検知し、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性能等を含めた実証が必要	-	16
	伐採・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	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
		・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
		・レーザースキャナ/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

#### 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** **通信要否**

- ・ 技術利用において、山林での通信環境構築が求められる場合は「要」と記載

**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、普及に向けた課題については、各技術の調査内容より事務局で執筆しました

## 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		(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	作業の自動化 (架線系-集材・運材)	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)	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	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	・運動する高精度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 → 実用化			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者への緊急伝達装置	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

### 追加項目

**5**

**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

**6**

**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

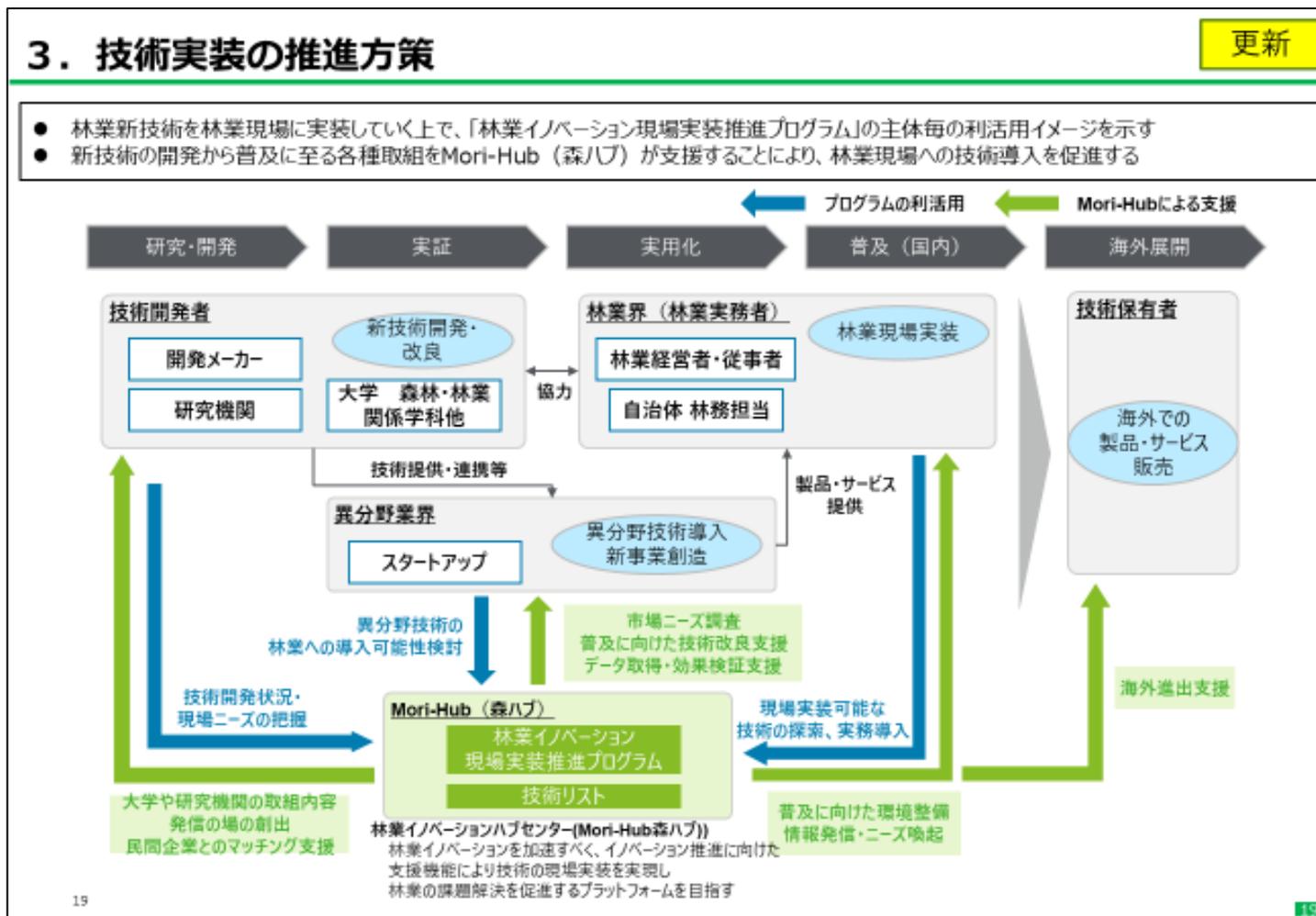
**6**

**普及に向けた課題**

- 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

## 技術実装の推進方策 アップデート



### 変化点

- 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

# 本件業務により、林業イノベーションに資する技術探索は一通り実施、今後は社会実装の課題となる経営のイノベーションが重要となると考えられます

## テーマ1 総括

本件業務における  
技術探索・技術リスト  
作成の成果

- 林業課題の整理により、林業に関する技術を網羅的に探索・整理
- 異分野探索含め、林業課題に資する技術は一通り調査できたと思料

所感

- 技術の導入の可能性を評価する上で、各技術で簡易的にPEST分析を実施したが、経済性を示せていた事例が少なかった印象。今後の技術の実用化・普及における課題になると考えられる
- 有用な技術が社会実装されない原因として、技術導入の主体となる組織が小規模零細であるといった経営的な課題の指摘もみられた。今後は技術のみではなく経営のイノベーションといった観点ももつべきではないか