

令和4年度林業イノベーション推進シンポジウム



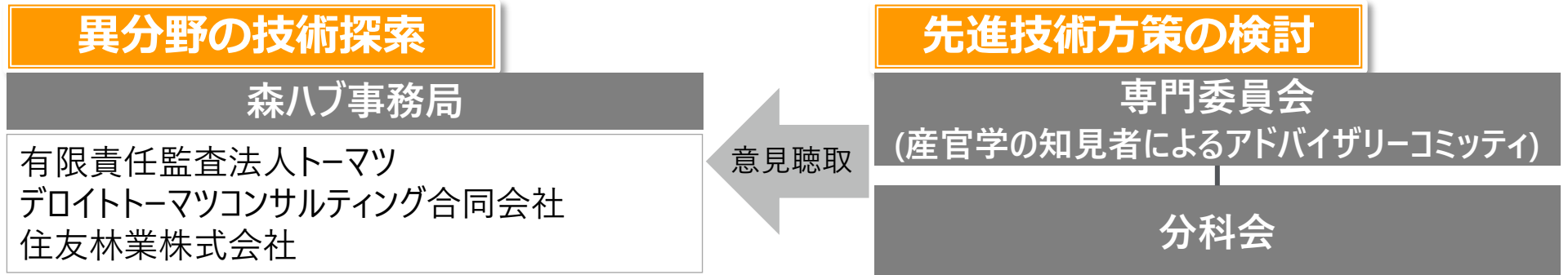
林業イノベーションハブセンター（森ハブ）

令和4年度の取組概要

令和5年2月8日 森ハブ事務局（有限責任監査法人トーマツ）

森ハブでは、異分野の技術探索や産学官の知見者による専門委員会及び分科会を設置して、林業の戦略的技術開発・実装等に向けた意見を聴取し、国による林業イノベーション推進に向けた方策等に活用しています。

森ハブの実施体制



専門委員会 委員一覧

分類	所属	役職	氏名 (敬称略)
学 (林業) 座長	筑波大学 生命環境系	准教授	立花 敏
官 (林業)	元 和歌山県農林水産部森林・林業局	局長	泉 清久
学 (異分野)	神戸大学 バリュースクール	教授	坂井 貴行
産 (林業)	株式会社柴田産業	代表取締役	柴田 君也
学 (異分野)	専修大学 経営学部	特任教授	見山 謙一郎
産 (異分野)	株式会社バルステクノロジー	代表取締役社長	宮本 義昭

今年度は、3つのテーマで調査・検討や成果物の作成を行いました

主な取組の概要

新技術/総合戦略

- 令和3年度に作成した**技術リストの拡充・更新**

機械開発

- 専門委員会の分科会を設置し、**林業機械の自動化・遠隔操作化を実現する諸技術、必要な条件整備について議論**
- 令和3年度の検討をふまえ、「**林業機械の自動化・遠隔操作化**」の実現に必要な技術を中心に、**メーカー等が技術開発の際に参考にできる手引きをとりまとめ**

イノベーション エコシステム

- 令和3年度に検討を行った**イノベーションエコシステムの形成ステップに沿って、森ハブの支援体制の構築と森ハブ支援の最初の取組事例の創出を目指して検討**
- 先行する国内外・異分野イノベーションのアウトカム指標等から、**林業イノベーションの推進に必要なアウトカム指標を検討**

新技術／総合戦略

- 令和3年度に作成した技術リストの拡充・更新

技術リストの記載内容（抜粋）

- 令和4年3月31日時点技術リストから更新・変更があった技術は、技術番号#のセルを緑色にしています。
- #87～94の技術は、令和4年3月31日時点から追加した技術です。

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)

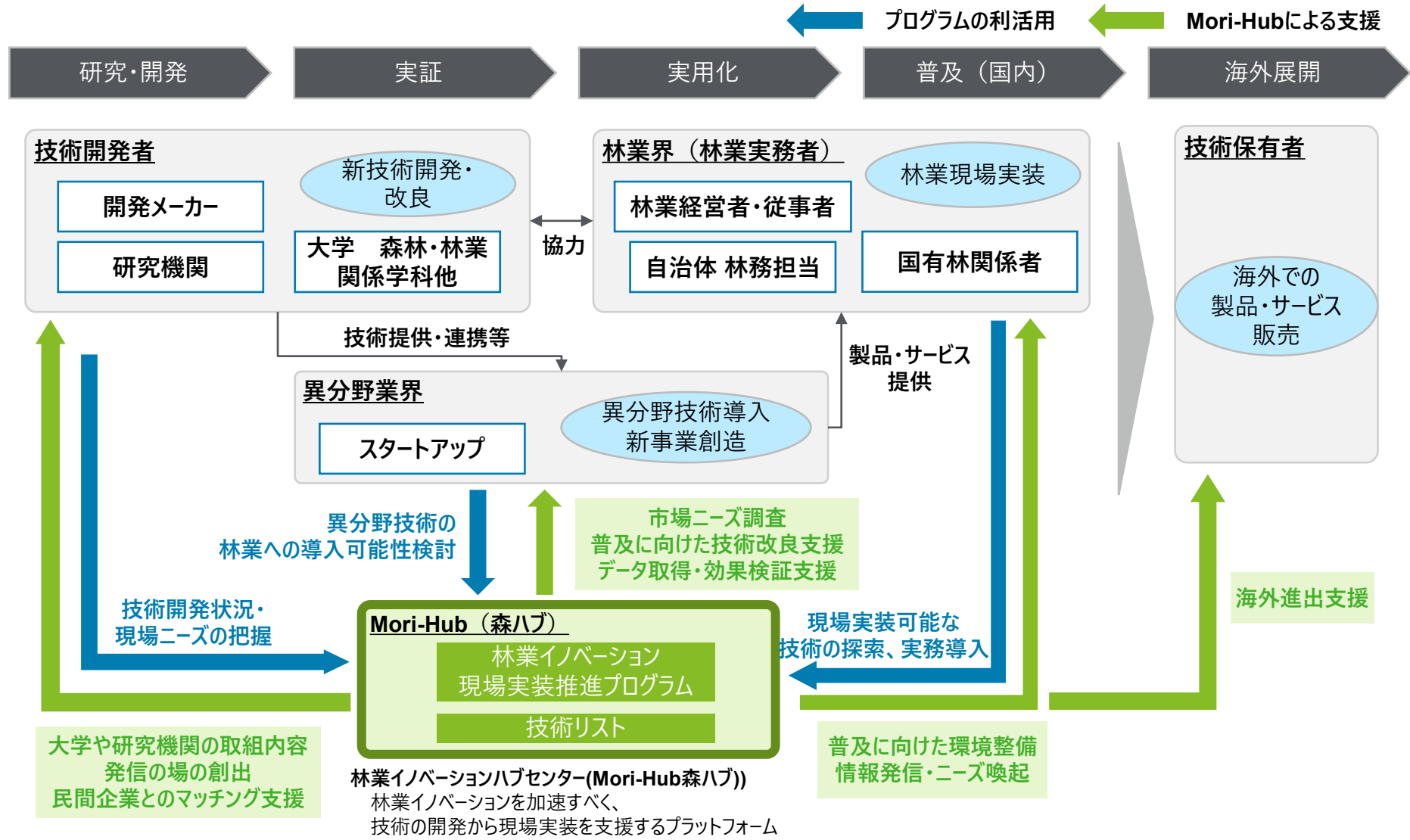
技術リスト（令和5年1月11日時点）

#	技術名称	技術内容	技術分野	導入可能性		判断要素	
				2021 (2022)	→ 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ダ。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	→ 実証	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	開発	→ 実証	－	7
19	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（非有視界）	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	建設業	開発	→ 実証	－	8
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、運 送業)	実証	→ 実証	－	7
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
追加 89	集材・運材機械の自動化	センシング技術等を活用して路網形状や丸太等のデータ記録を行い、有視界の遠隔操作で走行及び丸太の積込作業等を行うフォワーダの開発（センシング技術は将来的な自動運転に活用）	林業	開発	→ 実証	2	－
追加 90	5G通信を用いた集材・運材機械の遠隔操作化（非有視界）	5Gを用い、木材の積み込み作業や、森林作業道上の無人走行を非有視界で遠隔操作する技術。ホイールローダーやフォワーダに搭載されたカメラやセンサーがとらえるデータをリアルタイムにオペレーターへ伝送し、遠隔地からリモコンを操作できる。	林業、海外 (林業)	実証	→ 実用化	6	6

3. 技術実装の推進方策

林業イノベーション現場実装推進プログラム
アップデート版（令和4年7月）より抜粋

- 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



個別技術は「技術リスト」「技術リストバックデータ」を、2025年までのロードマップは「林業イノベーション現場実装推進プログラム」を参照ください

【ご参考】森ハブHP 技術リスト掲載箇所

森ハブHP

<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kaihatu/morihub/morihub.html>



林野庁

English キッズサイト サイトマップ 文字サイズ 標準 大きく

逆引き事典から探す キーワードから探す Google 検索

林野庁について お知らせ 政策について 申請・お問い合わせ 国有林野情報

ホーム > 分野別情報 > 林業イノベーションセンター (Mori-Hub (森ハブ))

林業イノベーションセンター (Mori-Hub (森ハブ))

Mori-Hub (森ハブ) とは？

人口減少社会を迎える中、森林・林業分野でも、人手不足等に対応し、レーザ計測等を活用した資源情報の把握、伐採や集材の自動化など新技術を活用した生産性の向上のための多様な取組が各地で展開されつつあり、「林業イノベーション」に対して大きな期待が寄せられています。

「林業イノベーション」を推進し、新技術の阻害から普及に至る取組を効率的に進め、林業従事者の導入を加速化すため

中略

(森ハブパンフレットはこちら)
Mori-Hub (森ハブ) パンフレット(PDF: 6,702KB)
令和3年度成果・令和4年度実施内容(PDF: 1,015KB)

(森ハブ成果はこちら)
技術リスト (令和5年1月11日時点) (PDF: 1,154KB) **New!**
技術リストバックデータ (令和4年3月31日時点) (EXCEL: 217KB)
地域資源や新素材を活用したビジネス事例集(PDF: 3,962KB)
令和3年度林業イノベーションハブ構築事業報告書 (2022年3月)
令和3年度林業イノベーションハブ構築事業報告書概要版 (テーマ1~5) (PDF: 2,870KB)

(関連リンク・関連資料)
「林業イノベーション現場実装推進プログラム」のアップデートについて
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版 (令和4年7月) (PDF: 5,253KB)
令和2年度林業機械及びソフトウェア開発等の取組事例(PDF: 1,690KB)
林業を支える高性能林業機械
木材の新たなマテリアル利用技術開発
森林資源情報のデジタル化/スマート林業の推進
森林づくりの新たな技術
つかわる 林業技術レポート (林業)

技術リスト

令和4年3月31日時点技術リストから更新・変更があった技術は、技術番号 # の色を緑色にしています。
● #87~94の技術は、令和4年3月31日時点から追加した技術です。

#	技術名称	技術内容	技術分野	導入可能性		判断要素	
				2021 (2022)	→ 2025	TRL (林業技術)	TRL (業分野技術)
1	衛星レーザによる森林資源情報の取得	樹林等に覆われた森林地の3次元地図作成、森林生育情報や伐採適地の把握、林業向け効率的多量かつ高精度な3次元地図	林業/農業/防災	普及 → 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/計測解析の実施	林業/建設業	普及 → 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高精度化・解析を行うシステム	林業	普及 → 普及	普及	8	-

#	技術名称	技術内容	技術分野	導入可能性		判断要素	
				2021 (2022)	→ 2025	TRL (林業技術)	TRL (業分野技術)
4	地盤計測機決定支援ソフトウェア	森林所有者に対する地盤調査を効率的に行うシステム	林業	普及 → 普及	普及	8	-
5	所有権意向のデータベース管理	森林所有者の代理店導入し、林業事業者が伐採計画・実行、集材販売・積算までの事務処理をWeb上で完結するシステム。共同販売契約効率化を目的としたシステム導入	海外(林業)	実証 → 普及	実証	-	8

技術リストバックデータ

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版 (令和4年7月)

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	連携機能	技術リスト
林業課題	現地自治体の効率化	令和4年度	8	机上で実証作業作成して現場自治体向け実証システムを構築可能な状況が実現しているが、実証現場確保が必要。	実証現場の確保が不可欠な状況が実現しているが、実証現場確保が必要。	必須	7
	地盤計測機導入の自動化	令和4年度	6	林業分野で実証実験中。	実証現場確保が不可欠な状況が実現しているが、実証現場確保が必要。	必要	8
林業課題	計画策定の効率化 (一貫作業型)	令和4年度	5	森林計画の自動化・デジタル化に向けた実証実験が実施されているが、現場での実証実験が必要。	森林計画の自動化・デジタル化に向けた実証実験が実施されているが、現場での実証実験が必要。	必要	11
	ウェアラブルシステムによる林野の機械化技術	令和4年度	8	海外では既に実証実験が行われているが、国内での実証実験が必要。	海外での実証実験が実施されているが、国内での実証実験が必要。	必要	15
	伐採機械の遠隔操作技術	令和4年度	6	実証実験の導入環境で実証実験が実施されているが、実証現場確保が必要。	実証現場確保が不可欠な状況が実現しているが、実証現場確保が必要。	必要	13
	伐採機械の自動化技術	令和4年度	5	実証実験の導入環境で実証実験が実施されているが、実証現場確保が必要。	実証現場確保が不可欠な状況が実現しているが、実証現場確保が必要。	必要	12
林業課題	人材の確保による伐採作業	令和4年度	4	実証実験が実施されているが、実証現場確保が必要。	実証現場確保が不可欠な状況が実現しているが、実証現場確保が必要。	必要	16

機械開発

- 専門委員会の分科会を設置し、林業機械の自動化・遠隔操作化を実現する諸技術、必要な条件整備について議論
- 令和3年度の検討をふまえ、「林業機械の自動化・遠隔操作化」の実現に必要な技術を中心に、メーカー等が技術開発の際に参考にできる手引きをとりまとめ

分科会は、林業機械の学識者に加え、自動化・遠隔操作化に取り組むメーカー、関連技術の専門家と現場側の事業体で構成しています

分科会委員一覧

分類	所属	役職	氏名（敬称略）
学識者（座長）	京都大学フィールド科学教育研究センター 森林生態系部門 森林育成学分野	准教授	長谷川 尚史
学識者	森林総合研究所 林業工学研究領域 収穫システム研究室	室長	中澤 昌彦
学識者	森林総合研究所 林業工学研究領域 省力化技術研究室	室長	山口 浩和
メーカー （建機）	ARAV(株)	マーケティング・DX戦略 統括マネージャー	中本 武範
技術 （通信）	京都大学 大学院情報学研究科	教授	原田 博司
技術 （自己位置推定）	東京海洋大学 海洋工学部 海洋電子機械工学科	教授	清水 悦郎
技術 （AI）	法政大学 デザイン工学部 都市環境デザイン工学科	教授	今井 龍一
林業事業体 （車両系）	(株)柴田産業	専務取締役	柴田 智樹
林業事業体 （架線系）	(有)川井木材	代表取締役	川井 博貴

林業機械の自動化・遠隔操作化を進展させるため、機械メーカーから技術開発の現状・課題等についてヒアリングも実施しました

メーカーヒアリングの実施概要

■ ヒアリング目的

- 林業機械の自動化・遠隔操作化について、機械メーカーの開発の現状・課題、今後に関する展望、意見等を聴取し、開発を進めるメーカーにとって有益な情報のとりまとめを行う。

【ヒアリング事項（一部抜粋）】

- 「林業機械開発の際に想定・考慮している現場条件は？」
- 「林業機械の自動化・遠隔操作化に必要なと考える要素技術とは？ 及びその技術の情報収集方法は？」
- 「機械開発の際に必要なとなる情報とは？」
- 「現状の自動化・遠隔操作技術の実装内容」

■ ヒアリング実施一覧

- 林業機械開発を行うメーカーの他、建機等の自動化・遠隔操作化・電動化に取り組むメーカーにもヒアリングを行いました

ヒアリング先	ヒアリング先開発機械例
前田製作所	油圧式集材機（遠隔操作化）
諸岡	自動化・遠隔操作化フォワーダ
魚谷鉄工	自動化・遠隔操作化フォワーダ
イワフジ工業	架線式グラップル
筑水キャニコム	造林作業機械
鹿島建設	人工筋肉ロボット（A-SAM）の伐採機械への搭載
住友建機	電動建機

林業機械の自動化・遠隔操作化に向けて (案)

※2023年1月31日時点版

3月頃に森ハブHPにて最終版を掲載予定

林業機械の自動化・遠隔操作化に向けて（案）

目次

第1章 林業機械における自動化・遠隔操作化の目的と現状

- 1 林業機械における自動化・遠隔操作化の目的と現状

第2章 林業の各作業工程における課題とその解決に貢献する

自動化・遠隔操作化

- 1 林業機械の自動化・遠隔操作化に必要な要素技術
- 2 林業機械の自動化・遠隔操作化に必要な通信技術
- 3 林業の各作業工程ごとの自動化・遠隔操作化フロー
 - 3-1 伐採
 - 3-2 集材
 - 3-3 造材
 - 3-4 運材
 - 3-5 造林（植栽）
 - 3-6 造林（下刈）
- 4 林業機械の電動化に向けて

第3章 林業機械の自動化・遠隔操作化に向けた要素技術

- 1 通信技術
- 2 情報収集・認知・判断・行動

第4章 林業機械の自動化・遠隔操作化による将来の作業システム例

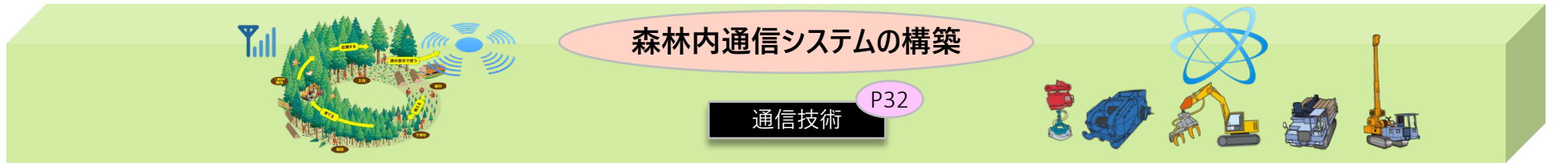
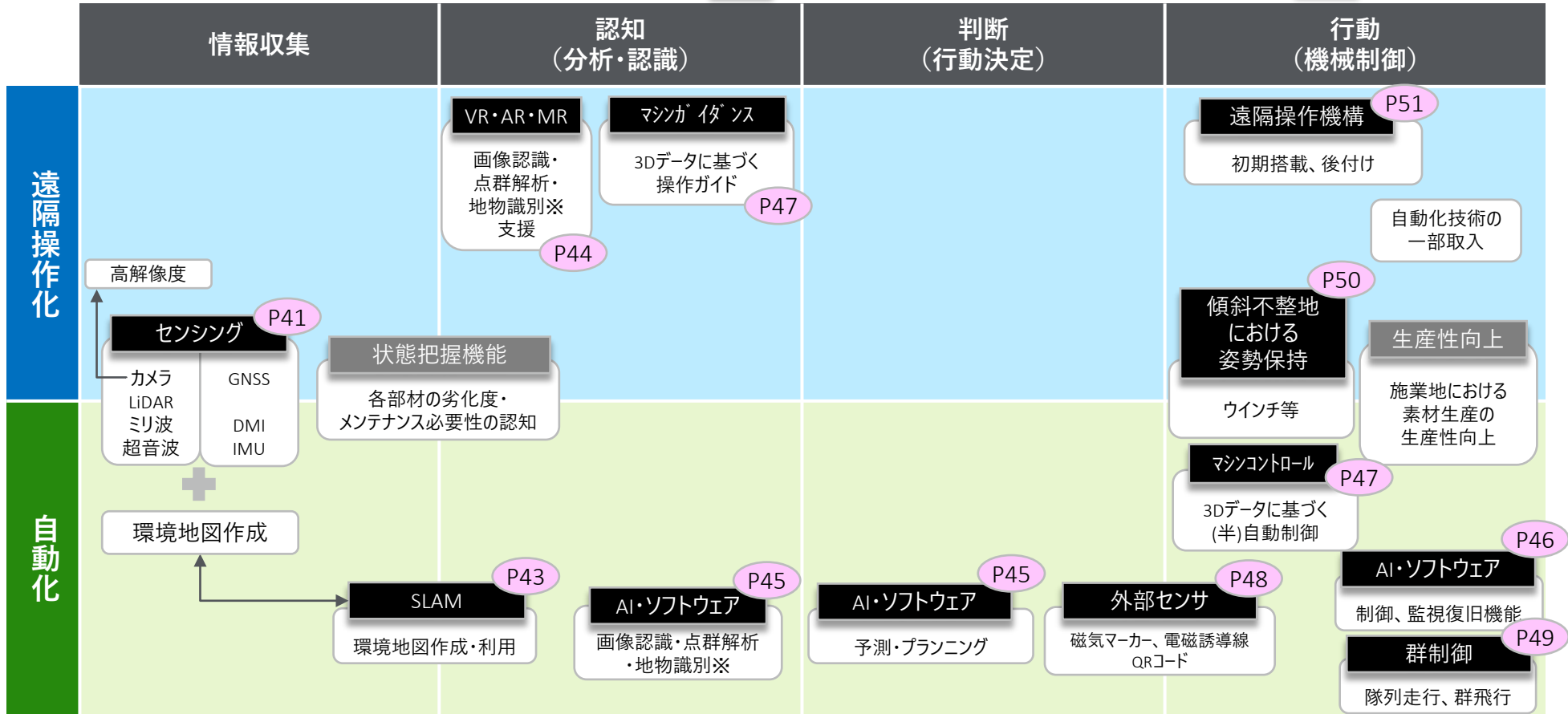
- 1 車両系作業システム—緩傾斜地
- 2 車両系作業システム—中・急傾斜地—
 - 2 架線系作業システム—タワーヤーダー
- 3 造林作業

第5章 林業機械の自動化・遠隔操作化の事例集

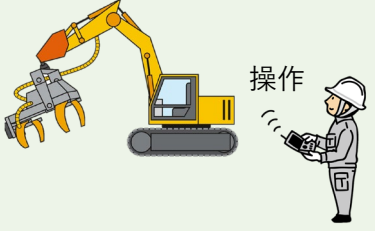
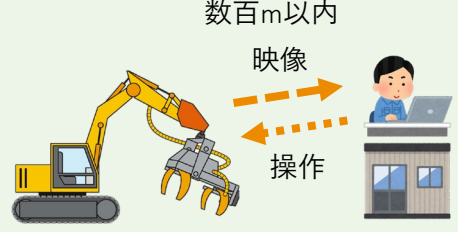
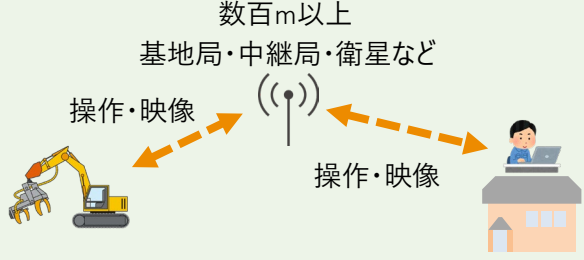
- 1 伐採/遠隔操作
- 2 集材（架線系）/遠隔操作化
- 3 集材（架線系）/自動化
- 4 集材（車両系）・運材/遠隔操作化
- 5 集材（車両系）・運材/自動化
- 6 造林（植栽）/遠隔操作化
- 7 造林（下刈）/遠隔操作化
- 8 造林（下刈）/通信システムを活用した遠隔操作化

林業機械の自動化・遠隔操作化にあたっては、森林内における通信システムを構築し、各要素技術の開発・実装が必要となる。林業機械の自動化・遠隔操作化に必要な要素技術を機能別に分類すると、下図のように体系化される。

■：技術（第3章に詳細記述） □：機能・種類 ■：未開発技術・能力



森林内通信システムの構築にあたり、機械とオペレーターとの通信方式は、主に以下の3通りに分けられるが、特に非有視界での遠隔通信の実現にあたっては、遠隔の森林外から森林内へのネットワーク接続を確保する必要がある。

接続方式	直接接続方式		映像伝送システムを用いた接続方式
通信方式	有視界直接通信		非有視界直接通信
イメージ図			
主な操作用無線	特定小電力無線（429MHz帯、920MHz帯）		非有視界ネットワーク通信
主な映像用無線	不要	小電力データ通信システム無線（2.4GHz帯）	
免許・資格	免許:不要、資格:不要		小電力データ通信システム無線（2.4GHz帯、5.6GHz帯） 無人移動体画像伝送システム（2.4GHz帯、5.7GHz帯） 無線アクセスシステム（5GHz帯）
接続可能距離目安	目視可能範囲（50m程度以内）	数百m以内	数百m以上
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 最も簡易かつ低コスト。 	<ul style="list-style-type: none"> データ量上限及び混信の影響があるため、接続台数（映像本数）に限りがある。 	<ul style="list-style-type: none"> 中継局等の設置が必要。 複数の機械を接続することが可能。 コストが高く、通信の運用にあたっては専門性を要する。 画質の低下・伝送遅延が発生する。

出所：無人化施工 設計施工マニュアル 平成27年4月 北陸地方整備局を基に作成
https://www.hrr.mlit.go.jp/river/pdf/H27_mujin_manual.pdf

3-4. 運材

現 状

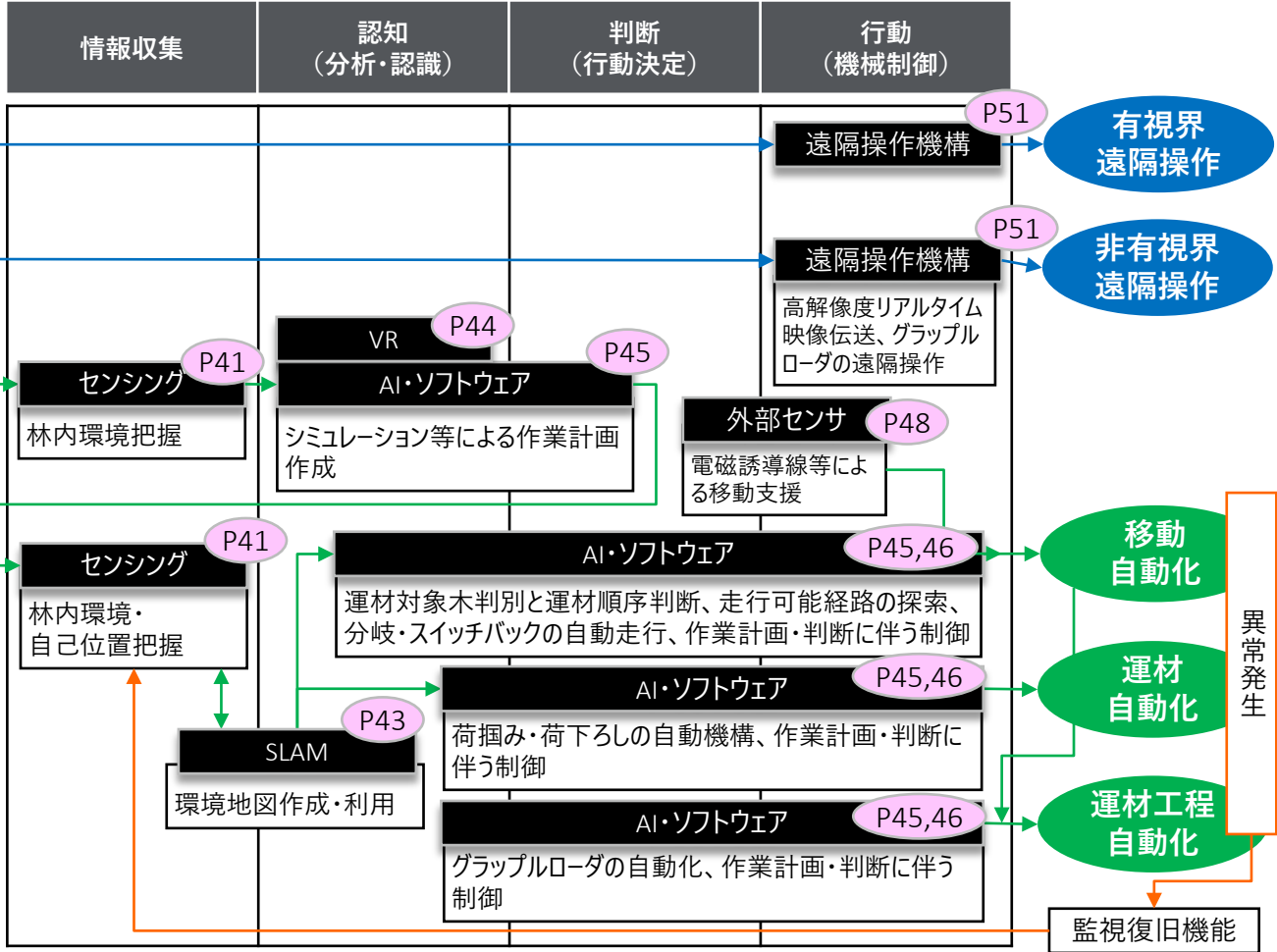
- ✓ 素材生産におけるボトルネックの工程
- ✓ 木材を荷台上に積んで運ぶ方法と、一部を地面につけた状態で牽引し運搬する方法がある。後者は、山土場等で造材される。
- ✓ 集材機による架線系作業システムの場合は、集材工程で直接山土場に伐倒された木が集められる。
- ✓ 現場によって山土場が狭い。施業現場が奥地化しており、作業道や架線の運搬距離が長距離化している。
- ✓ GNSS、外部センサ(電磁誘導線・QRコード)及びSLAMによる自動走行と、荷下ろしの自動化の実証試験が行われている。
- ✓ 特に生産性の向上が重要な工程である。

自動化・遠隔操作化の要件

- 共通**
- 安全技術
 - 状態把握機能
 - 傾斜不整地における姿勢保持
 - 労働生産性向上(工程間の連携)
 - 自動化・遠隔操作化を考慮した路網規格・線形の検討
 - 群制御 (隊列走行等)

- 遠隔操作化**
- 遠隔操作機構
 - 高解像度のリアルタイム映像伝送
 - グラップルローダの遠隔操作機構

- 自動化**
- 林内環境と自己位置の正確な把握
 - シミュレーション等による作業計画作成
 - 路網状態のセンシング
 - 運材対象木判別と運材順序判断
 - 走行可能経路の探索
 - 分岐・スイッチバックの自動走行
 - 荷掴み・荷下ろしの自動機構
 - グラップルローダの自動化
 - 監視復旧機能



番号	分類		技術名	林業分野	異分野+海外分野
1	通信技術		動画圧縮技術	実証	実用
2	通信技術		VHF帯自営ブロードバンド	実証	実用
3	通信技術		LPWA	実証	実用
4	通信技術		衛星通信	将来	実証
5	通信技術		無線LAN (Wi-Fi) システム	実証・実用	実用
6	通信技術		バルーン・UAV無線中継通信	実証	実用
7	通信技術		ローカル5G	実証	実証
8	情報収集		センシング技術	実用	実用
9	情報収集・認知		GNSS	実用	実用
10	情報収集・認知		SLAM	実証	実用
11	認知		VR・AR・MR	実用	実用
12	認知・判断		AI・ソフトウェア	将来	実証
13	行動		AI・ソフトウェア	将来	実証
14	認知	判断・行動	マシンガイダンス／マシンコントロール	将来	実用
15	行動		外部センサ (磁気マーカー・電磁誘導線・QRコード)	実証	実用
16	判断・行動		群制御 (隊列走行・群飛行)	将来	実用
17	行動		傾斜不整地における姿勢保持	実証	実用
18	行動		遠隔操作機構	実証	実用

SLAM (Simultaneous Localization and Mapping)

技術概要

外界センサで取得した周囲の情報から自己位置推定と環境地図作成をリアルタイムで行うことが可能な技術。使用される外界センサに応じて、以下の3種類に分類される。解析については、フリーのアルゴリズムがあり、大きな差異はない。

< LiDAR SLAM : レーザースキャナ/LiDAR >

LiDARにより点群データを取得する。高い精度で遠距離までの測距が可能で、高精度な環境地図を作成することができる。

近年、低価格な簡易LiDARも増えており、精度・点群数が通常より低下するが、複数台を合わせて使用することで補完可能。

< Visual SLAM : カメラ >

カメラの画像から特徴点を認識し、撮影位置の変化から特徴点の距離を算出して、点群を生成。色識別が可能。

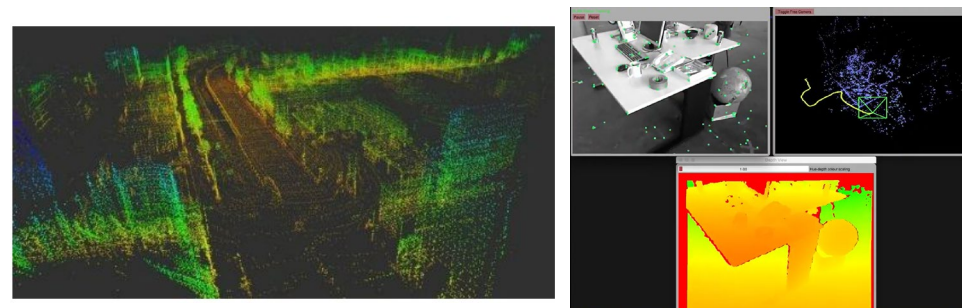
< Depth SLAM : ToFセンサ/距離画像 >

光学センサにより距離を測定し、点群を生成。短距離の測距しかできないが、その精度は高い。

名称	LiDAR SLAM	Visual SLAM	Depth SLAM
センサ	レーザースキャナ/LiDAR	カメラ	ToFセンサ/距離画像
測定距離	約300m	約100m	数m
画角	~360°	~180°程度	数十度
現場	特段制限なし	暗所不適	屋内向け
コスト	低~高	低	低
測距精度	中~高	小	中~高
識別精度	中	高	低
その他	<ul style="list-style-type: none"> 障害物が少ないと、点群データの取得が難、データ処理も大 	<ul style="list-style-type: none"> 特徴点（模様など）が少ない場所では、点群が少なくなり、自己位置推定精度低下 	<ul style="list-style-type: none"> 光学センサのため、太陽光に弱い

課題

- データ処理に時間を要するため、事前に環境地図を作成した上で運用が望ましい
- 動体が多い環境下での処理は難しい
- 森林内ではデータ量・処理の負荷を少しでも低減することが望ましい。必要な情報を場面に応じて取捨選択し、他の安価な内界センサ等も組み合わせて、負荷を減らすような工夫が必要
- 物体識別と正確な測距を行うには、「LiDAR-SLAM + カメラ」か「Visual-SLAM + LiDAR」という組み合わせが必要。ただし、複数のセンサで測定した内容を重ね合わせるのは技術的に困難であるため、一体型のセンサが望ましい



出所 : <https://www.macnica.co.jp/business/maas/columns/134751/>

参照

名称	関係団体・事業	URL
SLAM (スラム) とは? ?	(株)マクニカ	https://www.macnica.co.jp/business/maas/columns/134751/

VR (Virtual Reality) ・AR (Augmented Reality) ・MR (Mixed Reality)

技術概要

<VR>

VRとは、デジタル上に人工的な空間（仮想現実）を作り出し、その空間に没入したような感覚を体験できる技術。林業では主に、安全教育や林業機械の操作研修等で使用されている。

<AR・MR>

ARとは、現実の風景に付加情報を表示させる技術。スマホやヘッドディスプレイ越しにデジタルコンテンツを重畳して表示する方式で利用されている。

MRとは、ARをさらに拡張し、実際にはないものを現実世界に重ね合わせて表示し、自由なコントロールを可能とする技術。

AR・MRの位置の認識方法は大きく2つで、ロケーションベース（GPS等）、ビジョンベース（画像の特徴から）がある。それを応用した技術として、「ARナビゲーションシステム」があり、ディスプレイ等に投影するデジタルコンテンツに、ナビ情報（ルート指示）を表示するシステムとなっている。

投影するデジタルコンテンツは、基本的には事前に作成する必要があるが、可視光・赤外線カメラのような同じ場所・方向を向いて、別の情報を捉えているものは、リアルタイムで合成して表示させることは可能（船舶では、夜間や霧発生時の航海用に使用）。その他にも識別情報（例：赤色は△と表示）を作成しておけば、リアルタイムで情報を表示させることが可能。

課題

- 精度の高いデジタル空間を作成するためには、林内の点群データの取得と、その解析ソフトが必要
- VRについては、自動化に向けた作業計画の設定にあたっての、シミュレーションシステムとしての利用に期待
- VR等によりデジタル空間・情報を投影するゴーグル等の軽量化

参照



出所：搭乗型VRシミュレーター「KF400」



出所：mapry



出所：OWL-AR

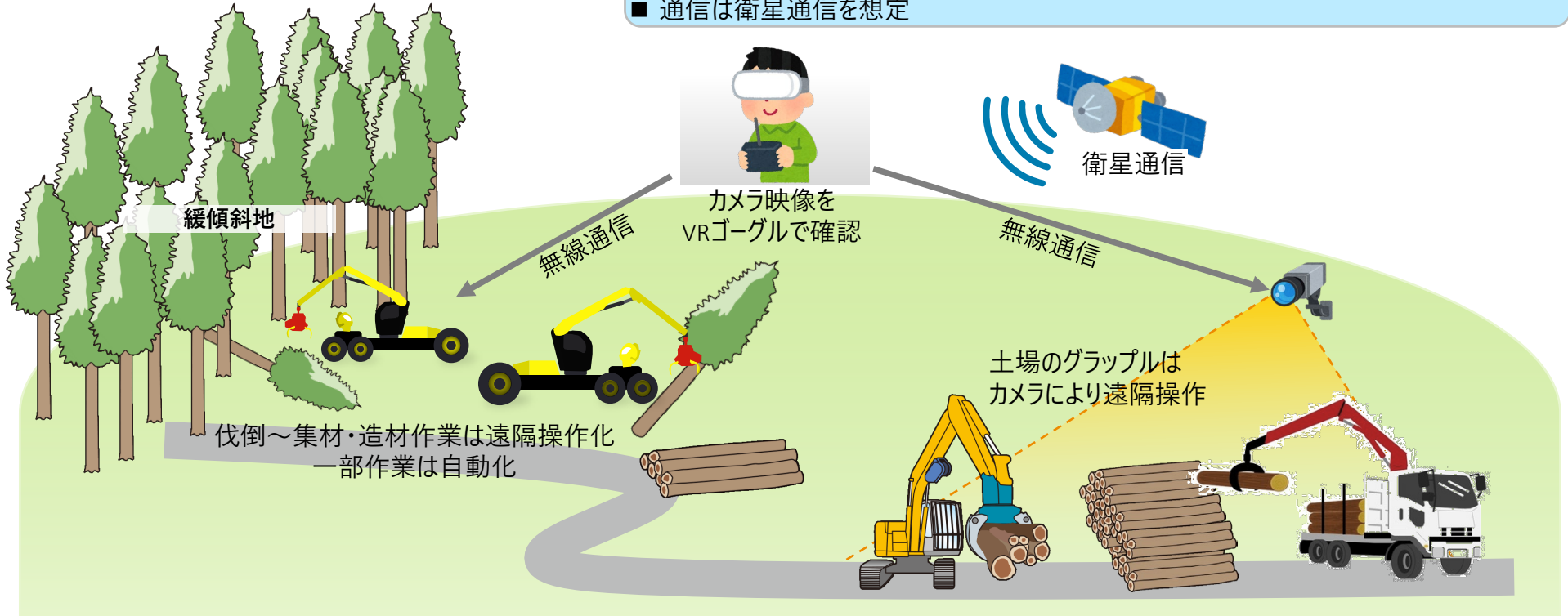


出所：3D Forest Manager Powered By 3D Point Studio

名称	関係団体・事業	URL
搭乗型VRシミュレーター「KF400」	コマツ	https://kcsj.komatsu/products/case/voice26
OWL-AR	(株)アドイン研究所	https://forest-journal.jp/tools/35196/
mapry	(株)マプリー	https://mapry.jp/maiboku/
3D Forest Manager Powered By 3D Point Studio	産官学連携の研究プロジェクト	https://taketani.co.jp/commodity/index.php#20230105082406 https://www.pointstudio.jp/

将来の作業システム例：
車両系作業システム－緩傾斜地－イメージ

- 遠隔操作で伐倒・集材・造材を1名でオペレーション
- グラップルは、カメラ映像により、非有視界で遠隔操作
- 通信は衛星通信を想定



	山床			山土場	
車両系作業システム	伐倒	集材	造材	土場集積	積込・トラック運送
	遠隔操作式クラムバンク付きハーベスタ			遠隔操作式グラップル	遠隔操作式グラップル付き電動自動運転トラック
無人化	遠隔操作化（有視界）			遠隔操作化（非有視界）	遠隔操作化（非有視界）
自動化	一部自動化			一部自動化	自動化 一部自動化

林業機械の自動化・遠隔操作化に向けた開発・実証等の取り組みをご紹介します

林業機械の自動化・遠隔操作化の主な事例

第5章より一部抜粋

	事例	作業工程	自動化/ 遠隔操作化	関係団体・メーカー等	令和4年度時点の状況
1	遠隔操作伐倒・搬出林内作業車の実証等	伐採	遠隔操作化	真庭森林組合、松本システムエンジニアリング（株）	市販化に向け、開発を継続中
2	遠隔操作架線集材の生産性・安全性の向上	集材（架線系）	遠隔操作化	中井林業、イワフジ工業（株）	令和3年度から販売開始
3	横取り架線集材作業の自動化に向けた技術開発	集材（架線系）	自動化	イワフジ工業（株）	集材自動化に向け、システムを改良・実証中
4	集材・運材作業の安全性向上に向けた先端技術を活用したフォワードの開発	集材（車両系）・運材	遠隔操作化	（株）諸岡	市販化及び自動運転に向けた技術の開発・実証中
5	集材・運材作業の自動化に向けた先端技術を活用したフォワードの開発・実証	集材（車両系）・運材	自動化	（株）諸岡、パナソニックアドバンステクノロジー（株）、森林総研、東京農工大学	自動運転に向けた技術の開発・実証中
6	森林内で作業が可能な造林用機械の開発	造林（植栽）	遠隔操作化	（株）筑水キャニコム	令和元年度より乗用操作タイプの機械を販売開始。植栽用アタッチメント及び遠隔操作技術を改良・実証中
7	急傾斜地でも下刈り作業が可能な小型遠隔操縦式下刈り作業機械の開発	造林（下刈）	遠隔操作化	（株）筑水キャニコム	令和5年度市販化予定
8	通信システムを活用した下刈り作業機械の遠隔操作化に向けた実証等	造林（下刈）	遠隔操作化	（株）NTTドコモ、（株）筑水キャニコム、南佐久中部森林組合	開発・実証中。バルーンを活用した森林内通信システムは、令和5年度市販化予定

1. 伐採/遠隔操作化

先進的林業機械緊急実証・普及事業
(令和2年度補正予算)

真庭森林組合、
松本システムエンジニアリング(株)

傾斜地でも作業可能な遠隔操作伐倒・搬出林内作業車の実証等

AR技術を活用した遠隔操作により傾斜地でも伐倒・搬出作業を行う林内作業車を実際の施業現場で実証し、伐倒・搬出作業の**省人化、軽労化及び安全性の確保**を図る。

実証機械(遠隔操作伐倒・搬出林内作業車)の概要

ホイール型多目的林内作業車※1



①AR技術

②改良型ウインチアシスト機能

③改良型ロングアーム・ブーム

④改良型フェラーバンチャ(アタッチメント)

実証の様子(大分県久大林産(株)森林整備事業箇所)



ARスマートグラス



①AR技術を活用した遠隔操作

遠隔操作



傾斜地での伐倒・搬出作業の様子

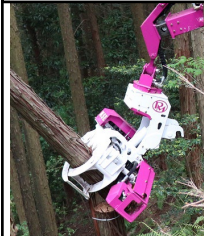
※1:平成28年度、林野庁森林作業システム高度化技術開発事業(委託事業)において開発。
(ベース機械の特殊アーム付き8輪ホイール型フォワーダ及び多目的造林アタッチメントを開発。)

②傾斜地で機体を支持するウインチ※2及びワイヤー



ウインチ装置

③・④改良型ロングアーム・ブーム及びフェラーバンチャ(アタッチメント)



フェラーバンチャ

・自主開発し、市販化している特殊ロングアーム・ブーム及びフェラーバンチャ(アタッチメント)を本実証用に改良。

【実証等の取組概要】

- ・遠隔操作伐倒・搬出林内作業車機体の前・後、ブーム箇所には高性能カメラを装着し、カメラ映像とAR技術を活用して機械周辺の映像を立体的に捉えながら遠隔操作で走行・伐倒・搬出作業を行うことが可能となった。(①)
- ・改良型ウインチアシスト機能により、傾斜地に進入して、安定して伐倒・搬出作業を行うことが可能となった。(②)
- ・改良型ロングアーム・ブーム及びフェラーバンチャ(アタッチメント)により広範囲かつ安定して伐倒、集材作業を行うことが可能となった。(③、④)
- ・機械足回り(走行)機構のボギー等に改良を加えることにより、凸凹地においても安定した走行が可能となった。

※2:平成30年度、令和元年度、森林作業システム高度化対策(補助事業)にて開発したウインチアシスト装置を本実証用に改良。

通信システムを活用した下刈り作業機械の遠隔操作化に向けた実証等

下刈り作業機械のIoT化及び森林内においてもインターネットに繋がる通信システムの構築を進め、下刈り作業機械の遠隔操作化に向けた実証等を実施し、下刈り作業の**省人化、軽労化、安全性の確保**を図る。

下刈り作業機械のIoT化

小型遠操作式下刈り作業機械※



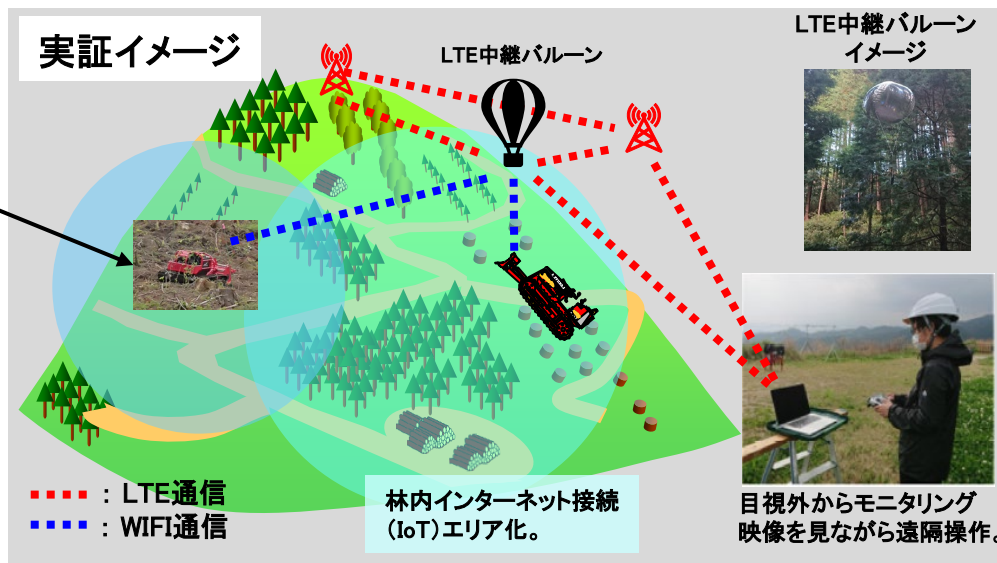
モニタリング用カメラ

画像制御システム

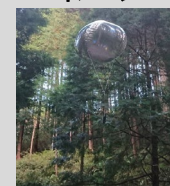
IoT用通信デバイス

※令和2年度、林野庁省力化機械開発推進対策において開発。
令和3年度、林野庁先進的的林業機械緊急実証・普及事業において改良・実証を実施。
現在の操作仕様は、ラジコンによる近距離遠隔操作。目視外からの遠隔操作はできない。

実証イメージ



LTE中継バルーンイメージ



【実証・機械改良等の計画概要】

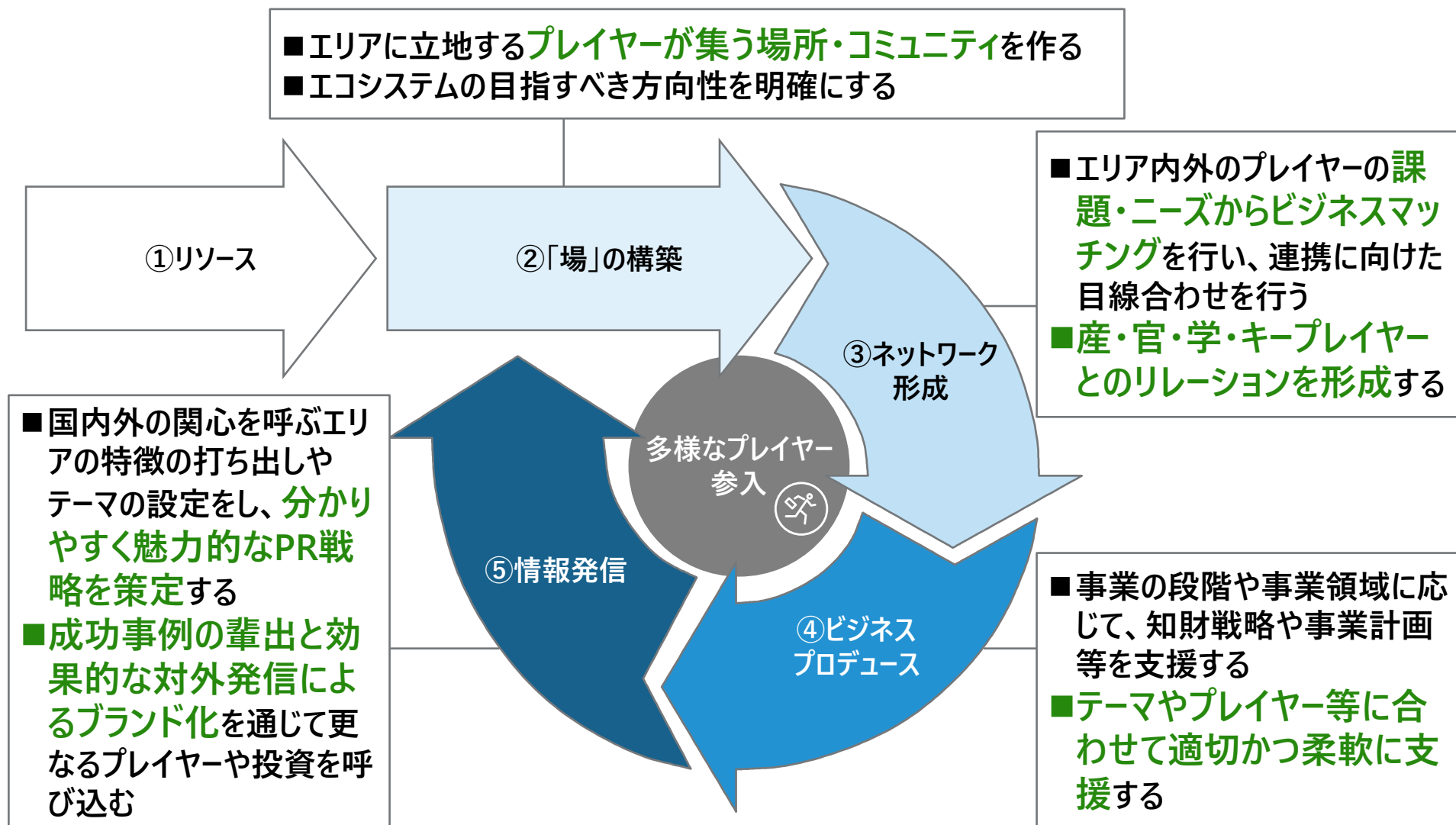
- ・現状の小型遠隔操作式下刈り作業機械に通信用カメラやIoTデバイス等を取り入れ、通信を活用した遠隔操作のための改良を行う（下刈り作業機械のIoT化）。
- ・携帯電波が通じないことが多い造林作業現場において、通信中継器を装着したバルーンを活用し、林内の作業現場と林地外が確実にインターネットで繋がる通信環境の構築に係る実証を行う（森林内通信システムの構築）。
- ・上記通信システムによってインターネット接続が可能となった造林作業現場において、LTE通信やWi-Fi通信を用いてIoT化された下刈り作業機械を目視外のエリアから遠隔操作する実証を行う。
- ・「目視外からの遠隔操作」における課題点等を取りまとめ、下刈り作業機械の遠隔操作機能及び森林内通信システムの改善を図る。
- ・下刈り作業機械及びバルーンを活用した森林内通信システムは、令和5年度中の市販化を予定。

イノベーションエコシステム

- 令和3年度に検討を行ったイノベーションエコシステムの形成ステップに沿って、**森ハブの支援体制の構築と森ハブ支援の最初の取組事例の創出を目指して検討**
- 先行する国内外・異分野イノベーションのアウトカム指標等から、**林業イノベーションの推進に必要なアウトカム指標を検討**

森ハブでは、地域における多様なステークホルダーが共通の課題認識のもと、プロジェクトを組成し、断続的にイノベーションが創出されるプラットフォームの構築を支援します

一般的なエコシステム形成の考え方



1. 海外林業における イノベーションエコシステムの先進事例

フィンランド・北カレリア地域に形成されている林業イノベーションエコシステムには、産官学金の多様な属性のプレイヤーが参画しており、地域内の支援機関がステークホルダー間のとりまとめを支援していることが特徴です

フィンランド・北カレリア地域

- 人口約17万人。ロシアとの国境に位置し、**森林に関連する産官学が集積する「EUの森の首都」**と呼ばれている。



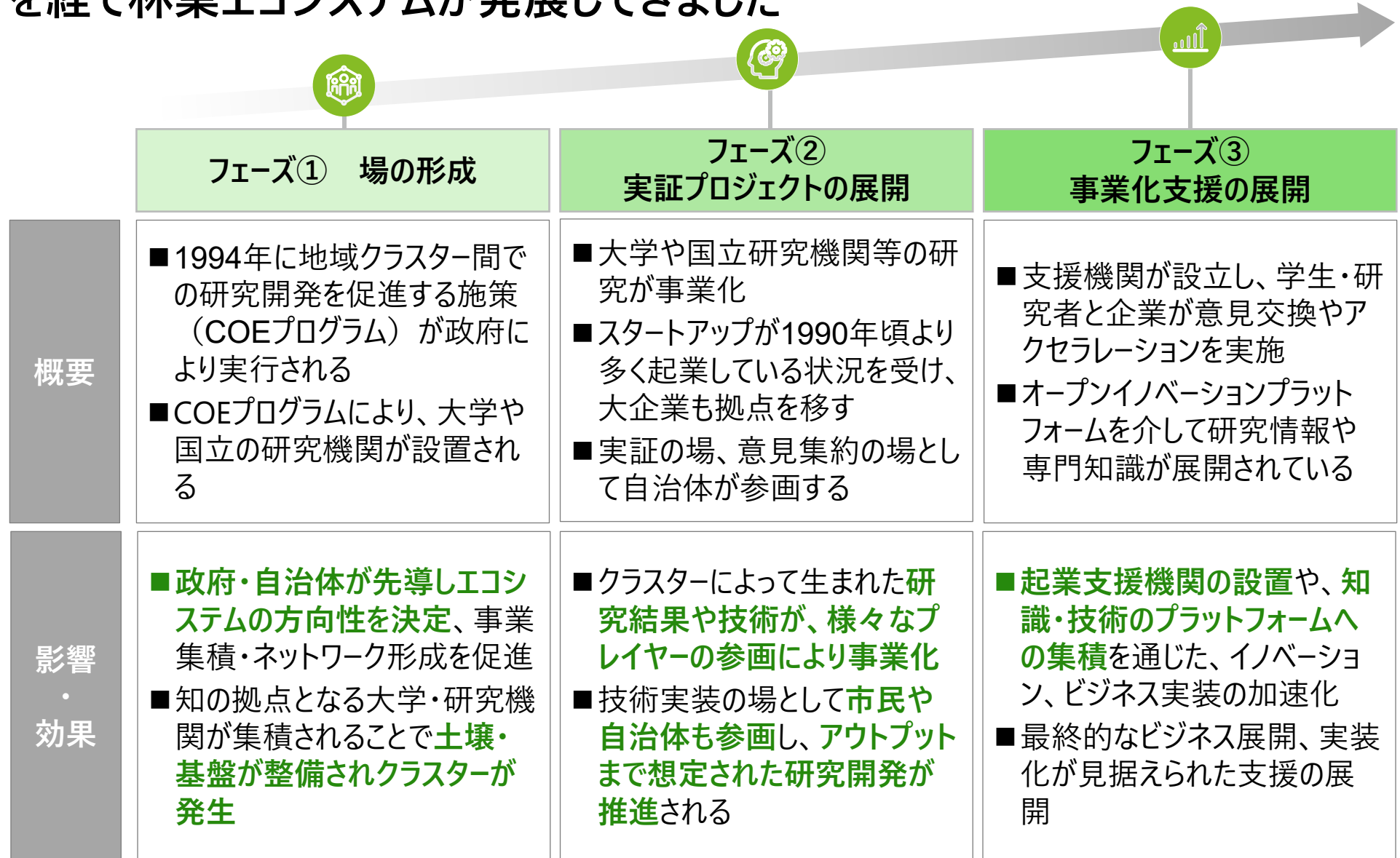
概要

- 1994年にCenter of Expertise(COE)プログラムという**地域クラスター間での研究開発を促進する施策が政府により実行された**ことにより、北カレリア地方では木材製品、木材技術、林業、ポリマー技術等に重点が置かれ、大学や国立の研究機関が設置された
- **支援機関がプレイヤー間の連携をサポート**しておりイノベーションが起きやすい仕組みが整っている

プレイヤー

学術	<ul style="list-style-type: none"> ■ 地域内に林業学部を有する大学が複数存在し、研究の拠点となっている ■ バイオエコノミーにより高付加価値な林業関連ビジネスの展開が広がり、大学や国立研究機関等の研究初のビジネス事業化が増加している
産業	<ul style="list-style-type: none"> ■ 森林・林業分野のスタートアップが1990年頃より多く起業、大企業も拠点を置き、現在では500社以上が所在、20億ユーロ（約2600億円）の年間売上高を誇る
金融	<ul style="list-style-type: none"> ■ 研究資金源は公的資金がベースであるが民間企業による資金投資の呼び込みにも力を入れている
支援機関	<ul style="list-style-type: none"> ■ 起業支援機関であるビジネス・ヨエンスーヤ、オープンイノベーションプラットフォームである「Green HUB」が仲介し、学生や研究機関、企業とのマッチング、ビジネス支援を行っている

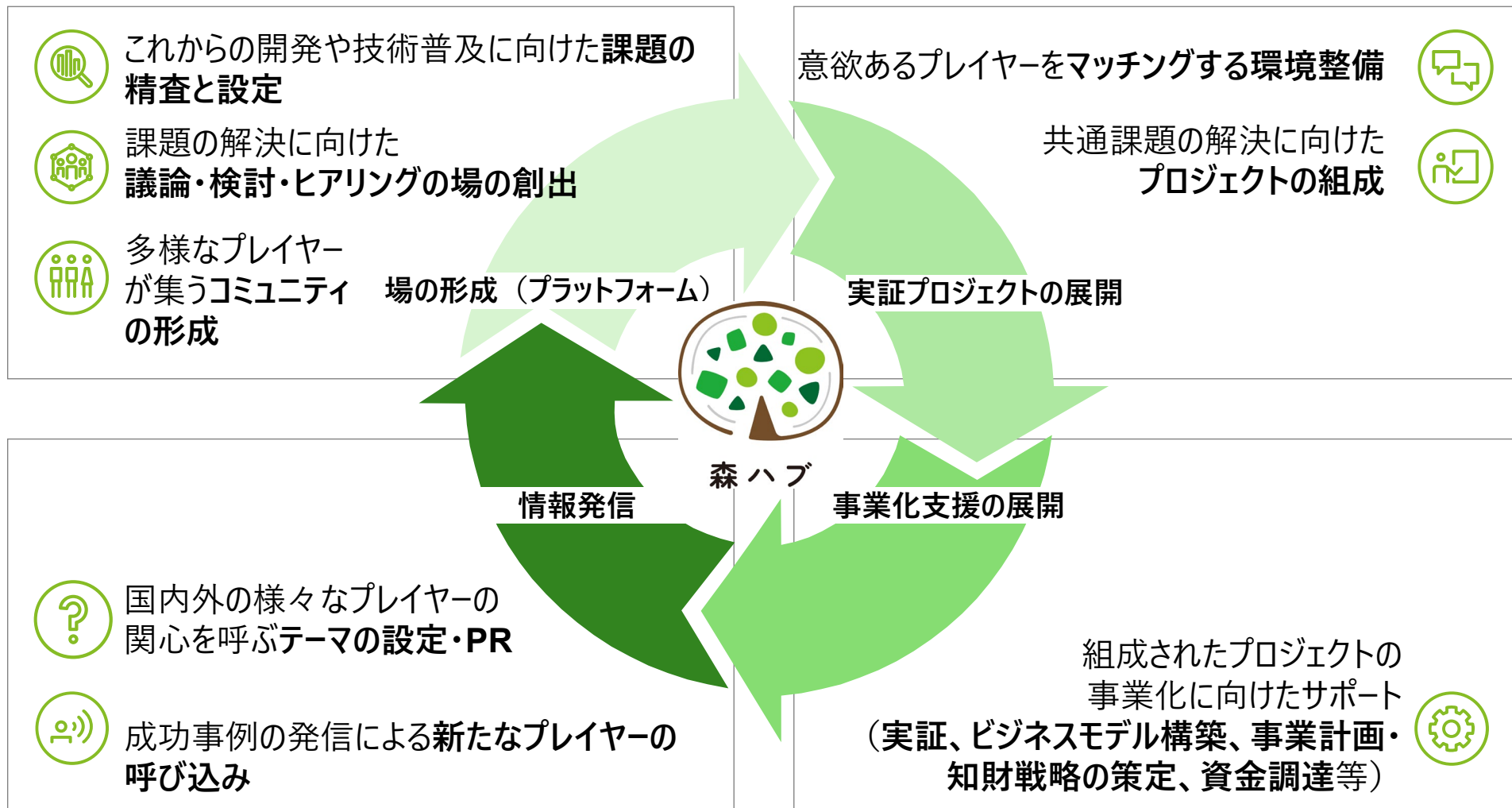
北カレリア地域では、政策による場の形成、クラスターによって生まれた実証プロジェクトの展開、支援機関の設置による事業化支援の展開の3ステップを経て林業エコシステムが発展してきました



2. 国内における イノベーションエコシステムの形成

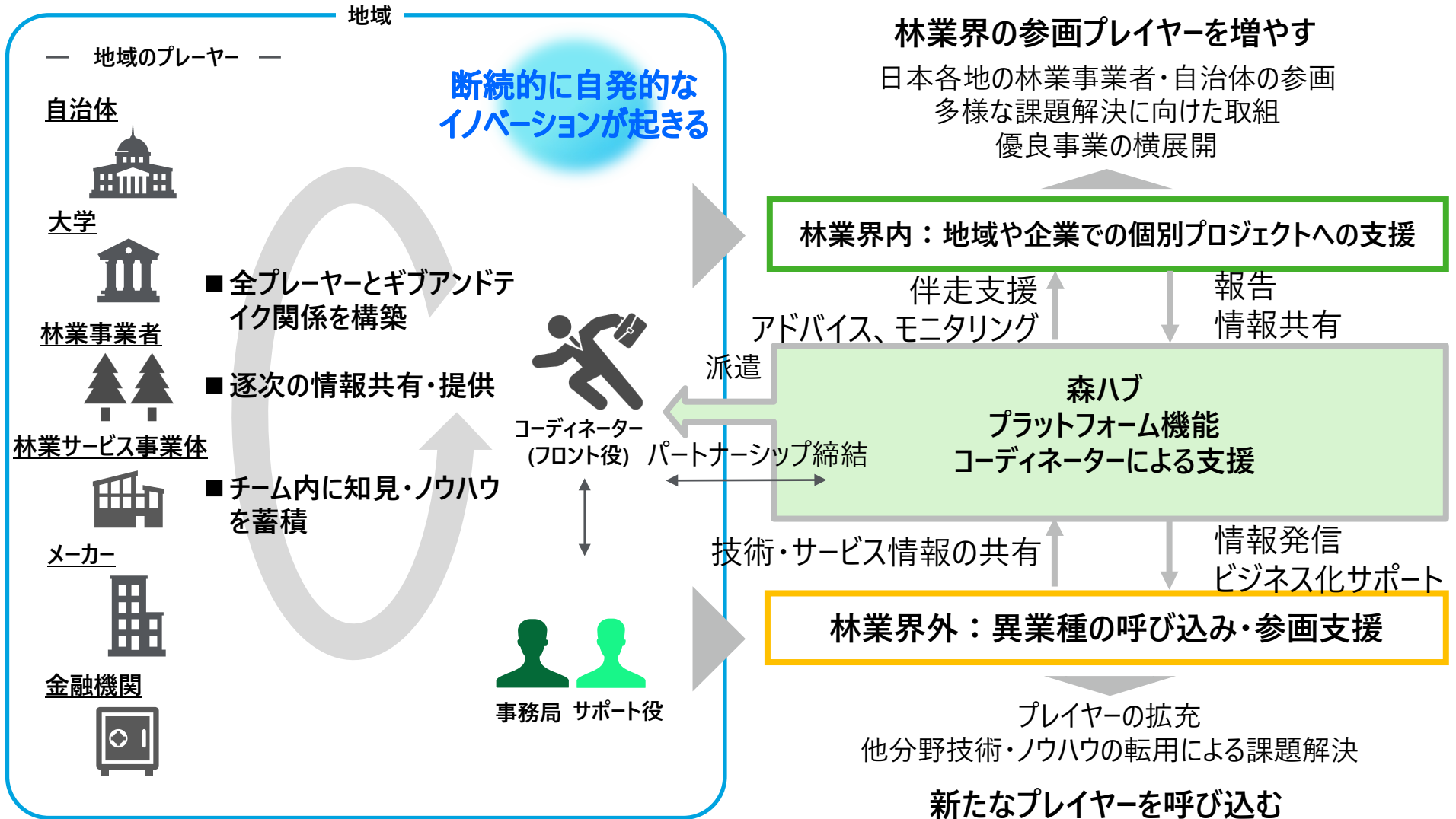
北カリリア地域の成熟過程を参考に、森ハブは、エコシステム形成の3フェーズを補完する支援機能と、取組を加速させる情報発信機能を有し、林業イノベーションを支援します

森ハブの支援内容



各地域での取組を加速させるため、森ハブでは異分野も含むコーディネーターの派遣と事務局と連携した支援体制の構築を想定しています

森ハブと地域の連携

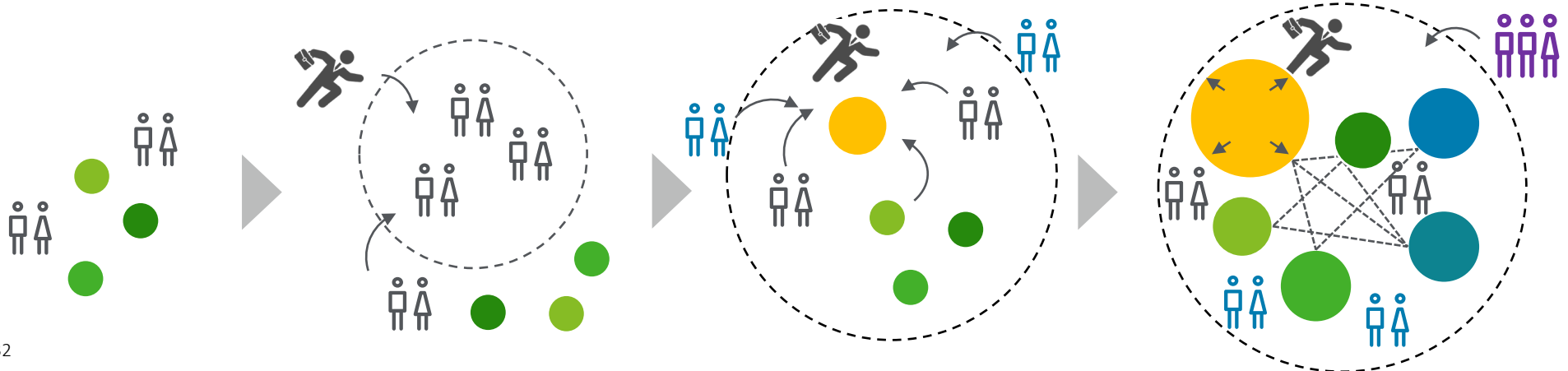


3. エコシステム形成の測り方 (アウトカム指標検討)

先行地域で取組む事業を核としつつ、テーマとなる課題に関心を持つプレイヤーやプロジェクトを呼び込み、エコシステムを拡大します

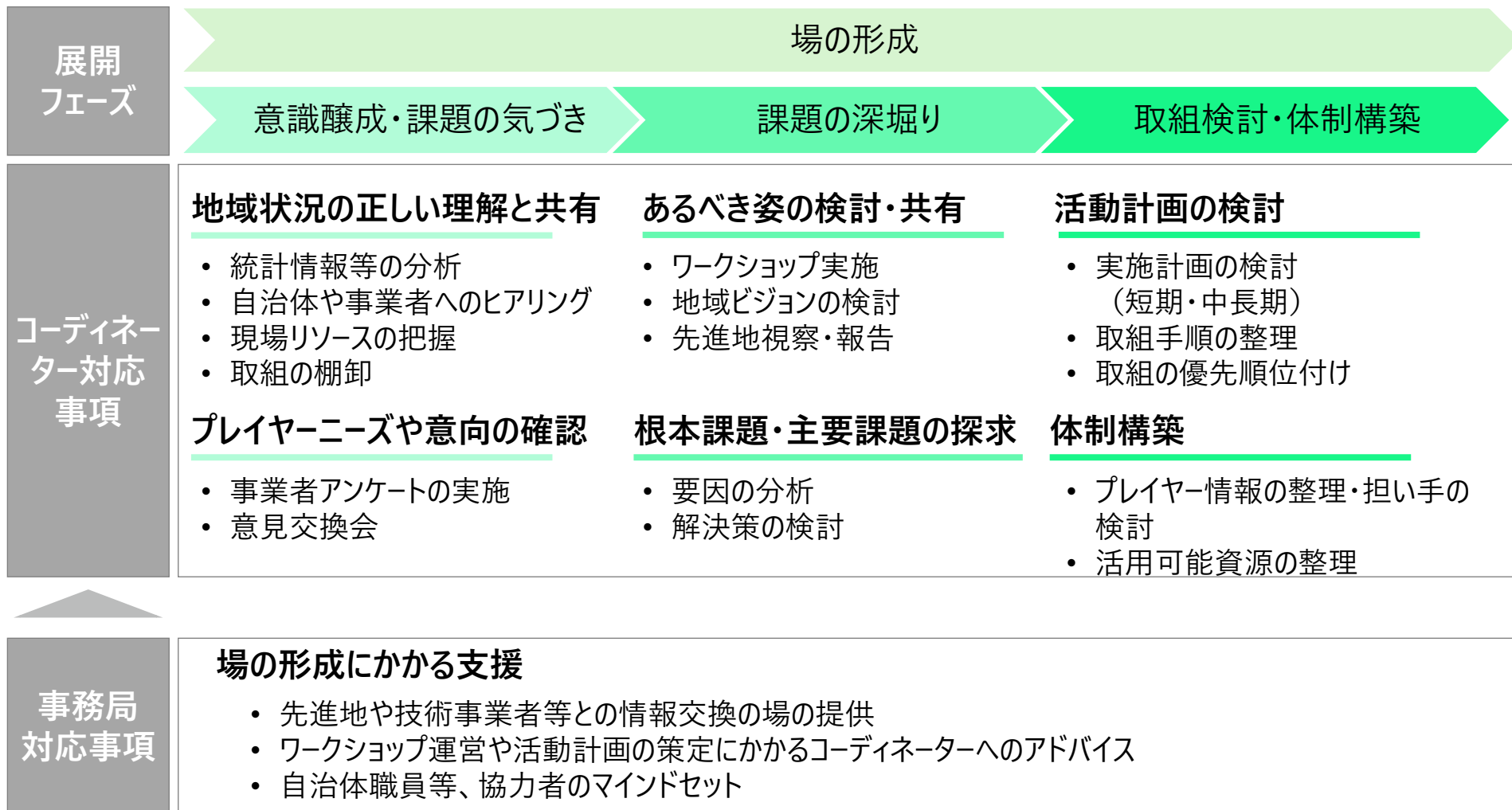
地域でのエコシステム形成と森ハブの役割

		フェーズ① 場の形成	フェーズ② 実証プロジェクトの展開	フェーズ③ ビジネス実装支援の展開
ゴール		<ul style="list-style-type: none"> ■ 取組の整理・情報発信 ■ テーマ設定・方向性検討 ■ イノベーションの土台作り 	<ul style="list-style-type: none"> ■ エコシステムの核となるプロジェクトの創出と情報発信 ■ 林業以外のプレイヤーの参画 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 多様なプレイヤーの参画によるエコシステムの形成 ■ 同一テーマに複数プロジェクトが展開される環境構築
役割	森ハブ	必要人材のマッチング	ネットワーキング・場の創出	異分野プレイヤーのマッチング
	コーディネータ	取組テーマの設定 関係者の巻き込み	地域内・林業プレイヤーの 巻き込み・事業拡大 成功事例の創出	他地域・異分野プレイヤーの 巻き込み 新プロジェクト組成・事業発展



地域での技術導入推進には、実証・事業化の前段階である「場の構築」からの支援が必要になります

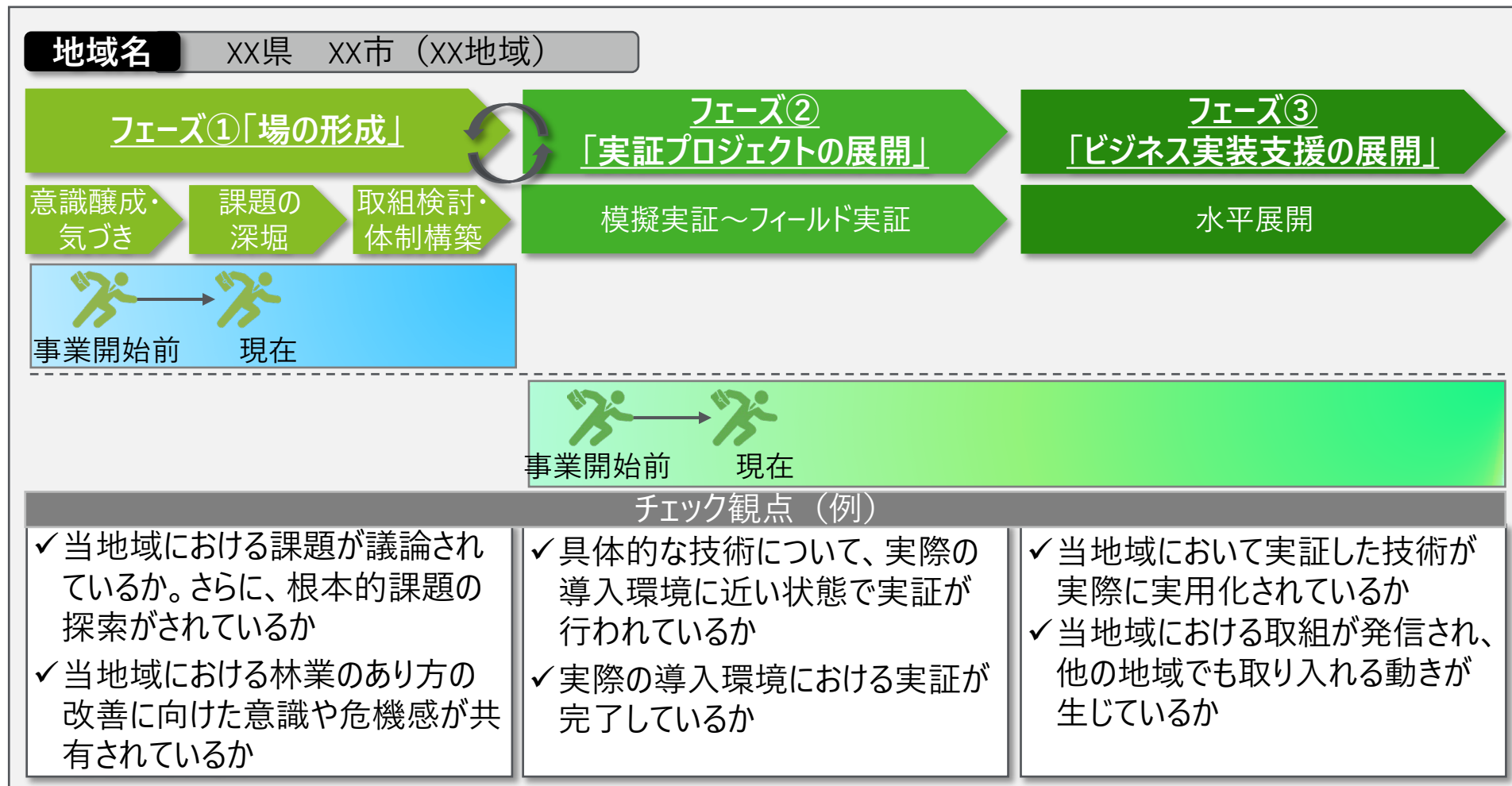
フェーズ①実施事項の細分化



出所：総務省地域力創造グループ地域振興室 地域運営組織の形成及び運営に向けた「ワークショップ手法」を活用した話し合いのすすめ をもとに事務局にて作成

「フェーズ①（場の形成）」については細分化しつつ、「フェーズ②③」と並行して地域におけるエコシステムの進展度合を追跡することが考えられます

地域におけるエコシステム進展の測り方のイメージ



エコシステムの進展度合いを地域単位で管理