

迅速な災害復旧等に向けた 時系列・三次元モデルを用いた 国土履歴のAI判別技術の開発・普及 研究開発とSociety 5.0との橋渡しプログラム (BRIDGE)

令和6年度研究開発等計画

【応募様式】

令和6年6月
農林水産省

○実施する重点課題に○を記載（複数選択可）

業務プロセス転換・政策転換に向けた取組	SIP/FS等より抽出された取組	SIP成果の社会実装に向けた取組	スタートアップの事業創出に向けた取組	若手人材の育成に向けた取組	研究者や研究活動が不足解消の取組	国際標準戦略の促進に向けた取組
◎					○	

○関連するSIP課題に○を記載（主となるもの）

持続可能なフードチェーン	統合型ヘルスケア	包摂的コミュニティ	学び方・働き方	海洋安全保障	スマートエネルギー	サーキュラーエコノミー	防災ネットワーク	インフラマネジメント	モビリティプラットフォーム	人協調型ロボティクス	バーチャルエコノミー	先進的量子技術基盤	マテリアルの事業化・育成エコ
							○						

発生している問題(解決すべき社会課題)

- ▶ 国土の多くを占める山間部を中心に、高齢化・人口減少により、地域精通者が大幅減少
- ▶ 災害発生履歴や過去の造成等が十分に把握できないため、地震による液状化被害など地域の災害リスクが十分評価できていない
- ▶ また、森林内の境界の把握も困難になり、所有者の確認に手間・時間がかかることで、災害発生後の復旧や生業の再開に遅れが生じる

⇒ 客観的情報による国土履歴を「時系列デジタルツイン」として実現し、課題解決に貢献！

時系列デジタルツインの基盤(過去の客観的な記録の膨大な蓄積)

- 我が国は、戦後一貫(ありのまま、同一設計、国土全域、5~10年毎)して撮影された空中写真が大量に蓄積
 - 空中写真は三次元モデルを作成することが可能であり、蓄積を活用し、時系列でのデジタルツインの実現に最適
- ⇒ 過去の災害被害発生箇所の規模や位置などのデータを定量的に取得し、現在の情報と組み合わせ、自然災害の被害予想・リスク評価に活用

時系列デジタルツイン実現の課題

①膨大なアナログフィルムからの情報取得

- 山間部の写真のデジタル化の効率化

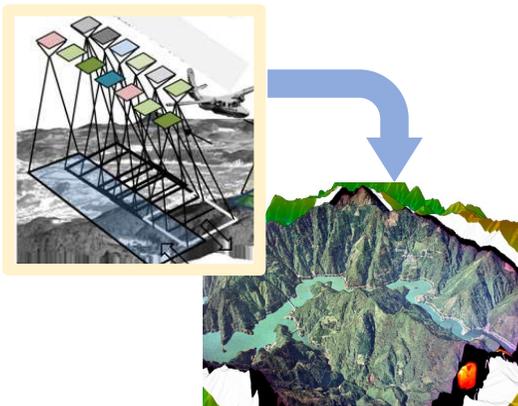
②三次元モデル作成に多くの人手が必要

- 都市部と異なり、山間部において空中写真からの三次元モデル作成は熟練者の目による判断が必要

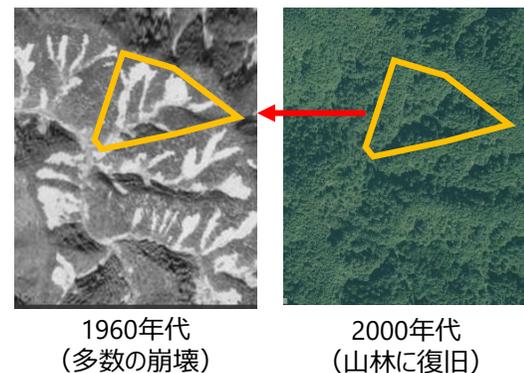
③三次元モデルの活用の難しさ

- 三次元モデルから災害履歴等の情報を抽出するには、専門知識を用いた過去のデータとの比較解析が必要

複数の空中写真による三次元モデルの作成



時系列データを目視により比較し、災害箇所の特定



提案内容

【目指す姿】
作業効率 **2倍**
取込費用 **半減**

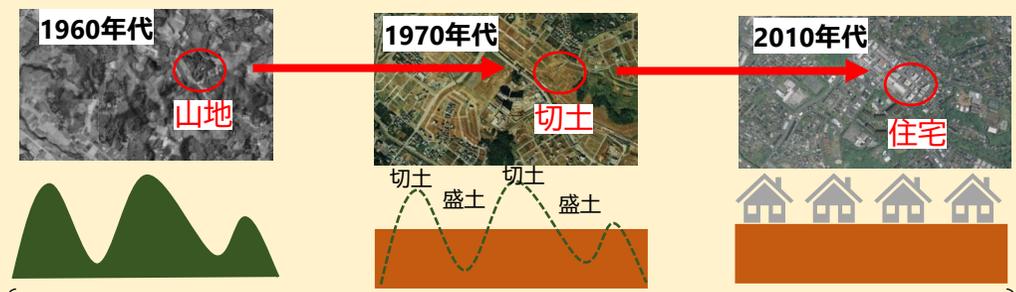
- ①時系列デジタルツイン基盤情報の効率的取得方法の開発
 - デジタルツインの基盤情報（デジタル化空中写真）の取得について、ボトルネックを解消する**効率化手法を開発**
 - ②時系列デジタルツインの実現に向けた効率的な三次元モデル作成手法の開発
 - 山間部の特性を踏まえたAI活用等による三次元モデル作成の自動化を目指した**効率化手法を開発**
 - ③時系列デジタルツインを活用した情報抽出技術を開発・実証
 - 被災地での境界明確化、災害履歴の把握等を**AIを用いて判別する技術の開発**を行い、社会実装に向けて実証
- 被災地（奥能登等）を含めモデル地域を設定（6地域程度を予定）
※モデル地域はユーザとなる地方自治体の要望等を考慮し決定

時系列デジタルツイン（BRIDGE課題）で得られる成果（例）

過去の災害発生状況の把握



地盤改変（盛土・切土等）の時期・量の把握



過去の災害事例は、災害リスクの評価等で重要。
時系列デジタルツインにより、崩壊箇所の規模や位置の変遷を把握

古い開発地などでは、開発経過が不明な場合も存在。時系列デジタルツインにより、開発の時期や位置等を把握。

※時系列デジタルツインの平時活用として不明境界(地籍調査等)への応用も検討し、災害復旧の迅速化に貢献。

社会実装

- ✓ BRIDGE参加企業が成果を用いて事業ベースで自治体の災害リスク評価等を支援
- ✓ 時系列デジタルツインは、オープンデータ化等により幅広いビジネスに利活用

2. 解決する社会課題・背景／現状

<背景／現状>

- ・国土の多くを占める山間部を中心に**高齢化や不在村化**などを背景に国土の履歴を知る者が急速に減少しており、地域の開発・整備の経過といった**地域管理に重要な情報の入手がますます困難**になっている。

①我が国の強み（空中写真の蓄積）

- ・国土の記録資料として、我が国には、**戦後より定期的に撮影・蓄積されてきた空中写真**が存在。
- ・空中写真は、国土の開発・整備の履歴、災害発生や復旧、山林の伐採・植栽・成長等**重要な国土変遷が記録されている**。

②空中写真の特徴（強み）

- ・ **客観性**（ありのままを記録） ・ **統一性**（撮影の考え方が同一）
- ・ **網羅性**（国土全域をカバー） ・ **周期性**（約5～10年おきに撮影）
- ・ **柔軟性**（目的により様々な情報の取得が可能。特に**高さ情報の取得が可能**）

⇒ **二次元（平面）の画像だけでなく、三次元のモデルの作成が可能**

時系列デジタルツインの基盤情報として最適

● 空中写真測量



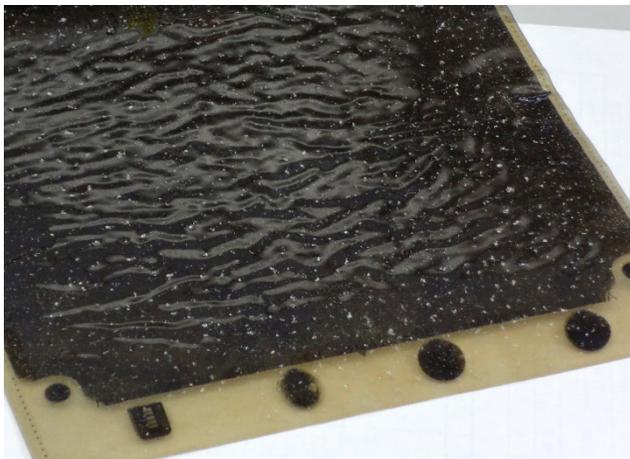
2. 解決する社会課題・背景／現状

<背景／現状>

(課題①) 膨大なアナログフィルムからの情報取得 (→効率的なデジタル化が不可欠)

- ・ 山間部のフィルムは、**デジタル化されていない**
- ・ デジタル化には、**専用スキャナが用いられているが、国内に数台しかなく扱う技術者も少ない (作業量を確保しづらく、費用もかかる)**
- ・ S55頃まで使用されていた**三酢酸セルロース (TAC) フィルムは、劣化が早く、保存の観点からもデジタル化が急務**
- ・ 様々な状態 (大きさ、カラー/モノクロ、素材) のフィルム・成果物があることも踏まえつつ、**汎用機材等を用いた新たなデジタル化手法**が求められている

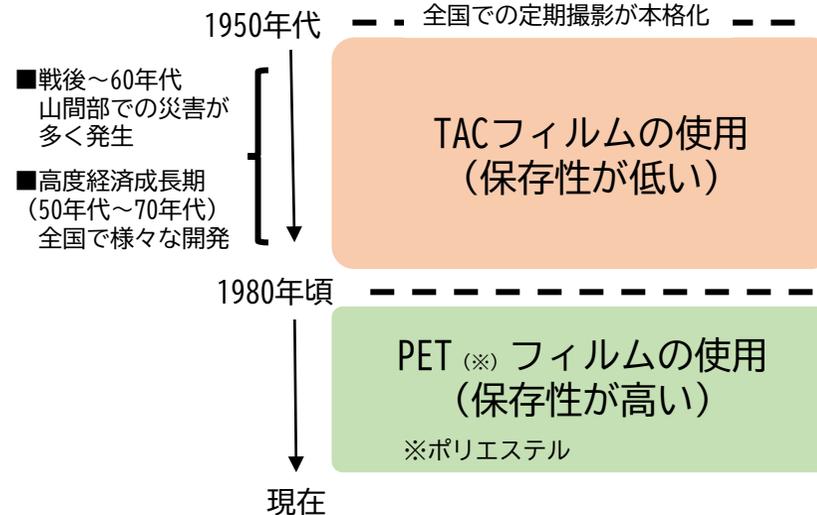
劣化したTACフィルム



デジタル化されたフィルム (Digitized film)



撮影フィルムの変遷 (Evolution of photographic film)



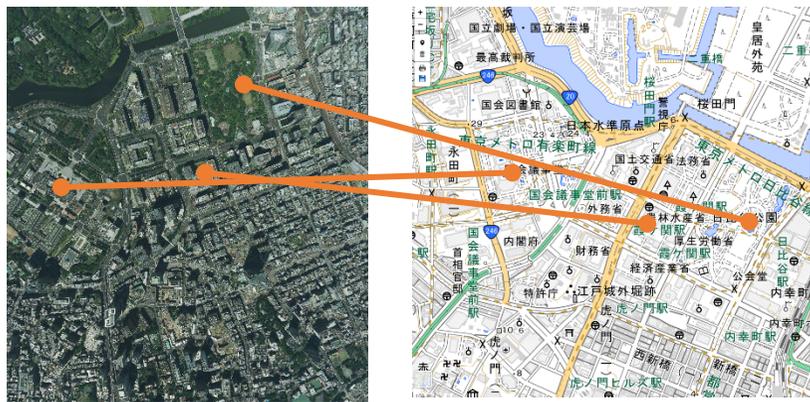
2. 解決する社会課題・背景／現状

(課題②) 三次元モデル化に多くの人手

- ・ **空中写真からデジタルツイン（正確な位置情報を持つ三次元モデル）を作成するためには、現実の点と写真上の点の対応関係（グラウンドコントロールポイント：GCP）の設定が不可欠。**
- ・ **地物の多い都市部では、半自動的にGCPを設定する手法も開発されているが、地物の少ない山間部では、手作業での設定が必要であり、時系列デジタルツイン実現に必要な広域・大量の処理のボトルネックとなっている。**

GCP設定のイメージ

都市部



山間部



※都市部では、写真上の地物等を既知の場所（座標）と関連付けることが、比較的容易

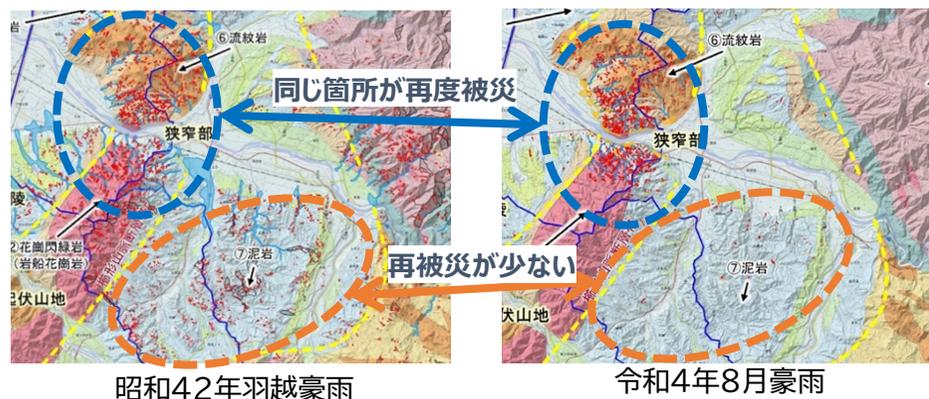
※山間部では、地物等が少ないため、手動で対応関係を判断する必要

2. 解決する社会課題・背景／現状

(課題③) 情報抽出にも多くの人手（普及に支障）

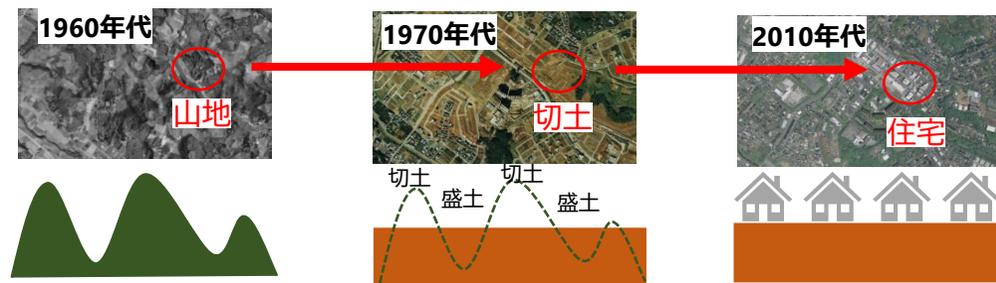
- ・ 現状では、**三次元モデルからの情報抽出**（災害発生、開発履歴、山林境界等）は**人手による判定と位置情報の付与等**を行っており、経費や労力がかかり、普及への支障となっている。
- ・ 時系列デジタルツインを活用し、防災担当者やその支援を行う事業者にとって**実用上必要な情報を容易に抽出可能な技術の開発・普及**が必要。

過去の災害発生状況の把握



- ✓ 同様の降雨でも地質等により過去の災害箇所が再被災しやすいケースと再被災しにくいケースが存在
- ✓ 最新の知見と過去の状況を組み合わせることで、災害のリスク評価の精緻化が可能
- ✓ 過去の災害情報の集積が求められるが、現状では、目視による判読を行っており、費用・労力が大きく、適用が限定的。

地盤改変（切土・盛土）の把握



- ✓ 時系列デジタルツインは、国土の高さ情報を保有しているため、時期による変化を解析することで、地盤の改変箇所やその時期等の情報を客観的に取得可能。
- ✓ 広域でのデータの整備が、現状では、人手によるデータ処理や目視による判読を行っており、費用・労力が大きく、適用が限定的。

3. 研究開発等の内容・社会実装の目標

● 提案内容

① 時系列デジタルツイン基盤情報の効率的取得方法の開発

- ・時系列デジタルツインには、過去の情報を統一的にデジタル化する必要。
- ・山間部のフィルムのデジタル化に向け、汎用機材を用いることを前提に、**機材の弱みをカバーする画像処理技術を開発。**
- ・機材や補正アルゴリズムについては、複数検討し、トータルで時系列デジタルツインの実現に対して効果的な手法を検討し、最適な技術を開発

汎用機材

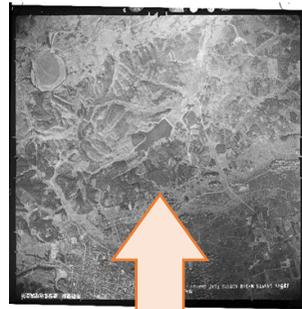


カメラモジュール(国内製)

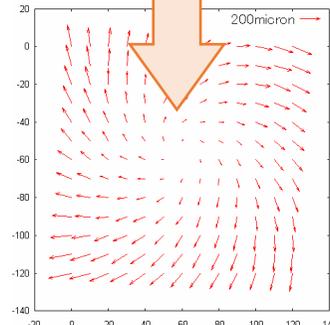


汎用スキャナ(国内製)

取込画像



事後補正



画像の歪み(イメージ)

- ・汎用機材は、撮影・スキャンスピードが早く、機材も安いため、**効率的に画像取り込みが可能**
- ・汎用機材では、画像の歪みが大きいなど精度がやや低い。
- ・**事後的に画像を補正し、精度を向上させる手法を開発**
- ・機材や補正アルゴリズムについては、様々な手法が考えられ、一次取込から事後補正までトータルで、**時系列デジタルツインの実現に対して効果的な手法を検討し、最適な技術を開発**

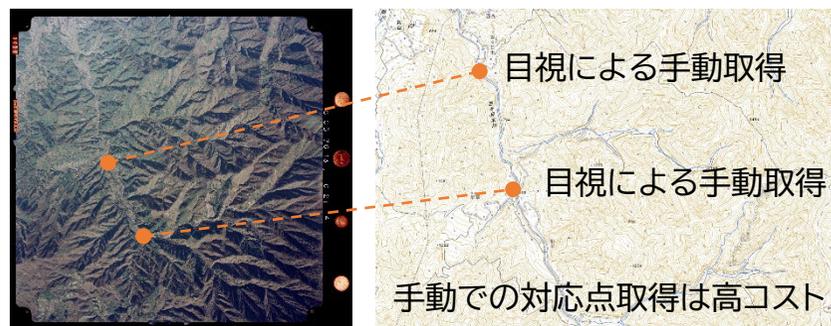
時系列デジタルツインの実現に向け、
取込効率**2倍**、取込費用**半減**を目指す

※精度の高い専用スキャナについては、精度検証及び保存が求められるTACフィルムに適用を検討

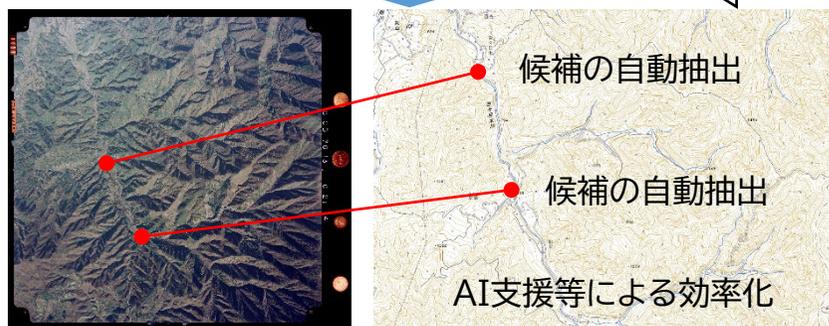
3. 研究開発等の内容・社会実装の目標

②時系列デジタルツインの実現に向けた効率的な三次元モデル作成手法の開発

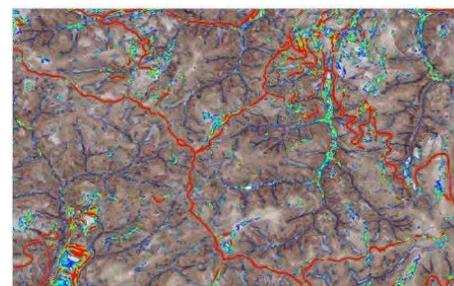
- ・広域・大量のデータからデジタルツイン作成に向け、三次元モデル作成の自動化を目指した効率化手法を開発
- ・特に、ボトルネックとなるGCP設定の効率化手法について、特徴点(例:林内路網)のAI画像解析による自動抽出(PRISM成果)、教師画像に基づく画像マッチング等複数の手法を検討し、山間部の画像から時系列デジタルツインの構築に向けて最適な手法を開発する。
- ・被災地(石川県)などモデル地区(6地区)にを設定し、①②で開発した手法により、時系列デジタルツインを作成



技術開発



特徴点(林内路網)のAI抽出



教師画像に基づく自動マッチング



都市部で活用しているマッチング手法を山間部の地物(鉄塔等)に応用可能な手法に改善

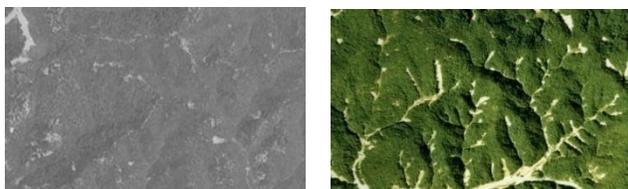
※上記のほか、他のアルゴリズムの応用等を含め、複数の手法を検討

3. 研究開発等の内容・社会実装の目標

③社会実装に向けた情報抽出技術の開発・実証

- ・②で作成した時系列デジタルツインを用いて、AI画像解析や三次元情報の時系列解析等により崩壊箇所を自動抽出するなど、**実務上重要な情報を容易に抽出する手法を開発**する。
- ・自治体等想定するユーザが参画する実証により、ニーズを踏まえた改良を行う。
- ・合わせて、災害復旧の迅速化に資する時系列デジタルツインの平時活用として、不明境界の候補抽出にも取り組む。

崩壊履歴の把握

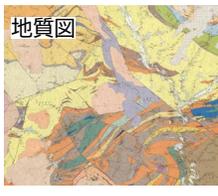
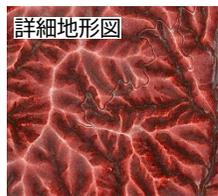


自動抽出



- [時系列の変遷で把握]
- 崩壊発生時期
 - 崩壊箇所数
 - 箇所別規模 等

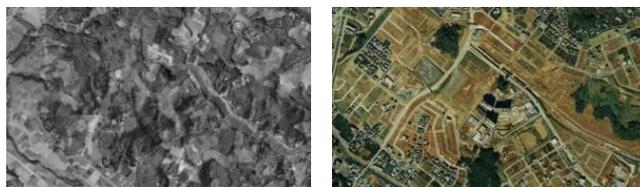
+ 重ね合わせ



- 傾斜
- 地質
- 降雨量
- 微地形
- 樹種
- 林齢 等

災害リスク評価への適用

地盤改変の時期・量の把握



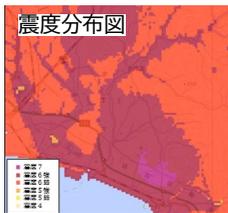
自動抽出



- [時系列の変遷で把握]
- 開発時期
 - 盛土・切土の箇所
 - 箇所別規模 等

切土
盛土

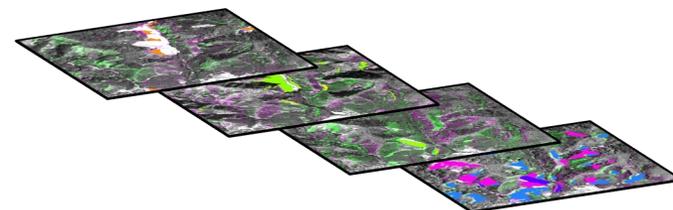
+ 重ね合わせ



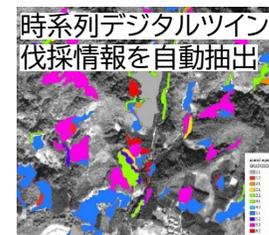
- 震度
- 建物被災状況
- 建物年代 等

地盤の安全性評価に応用

過去の森林伐採等の履歴把握

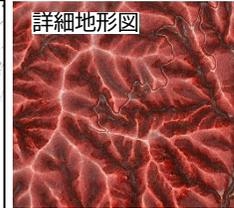


自動抽出



- [時系列の変遷で把握]
- 伐採等の時期
 - 伐採等の箇所・区域 等

+ 重ね合わせ



- 登記所地図
- 地形図
- 樹種分類 等

不明境界の候補抽出への適用

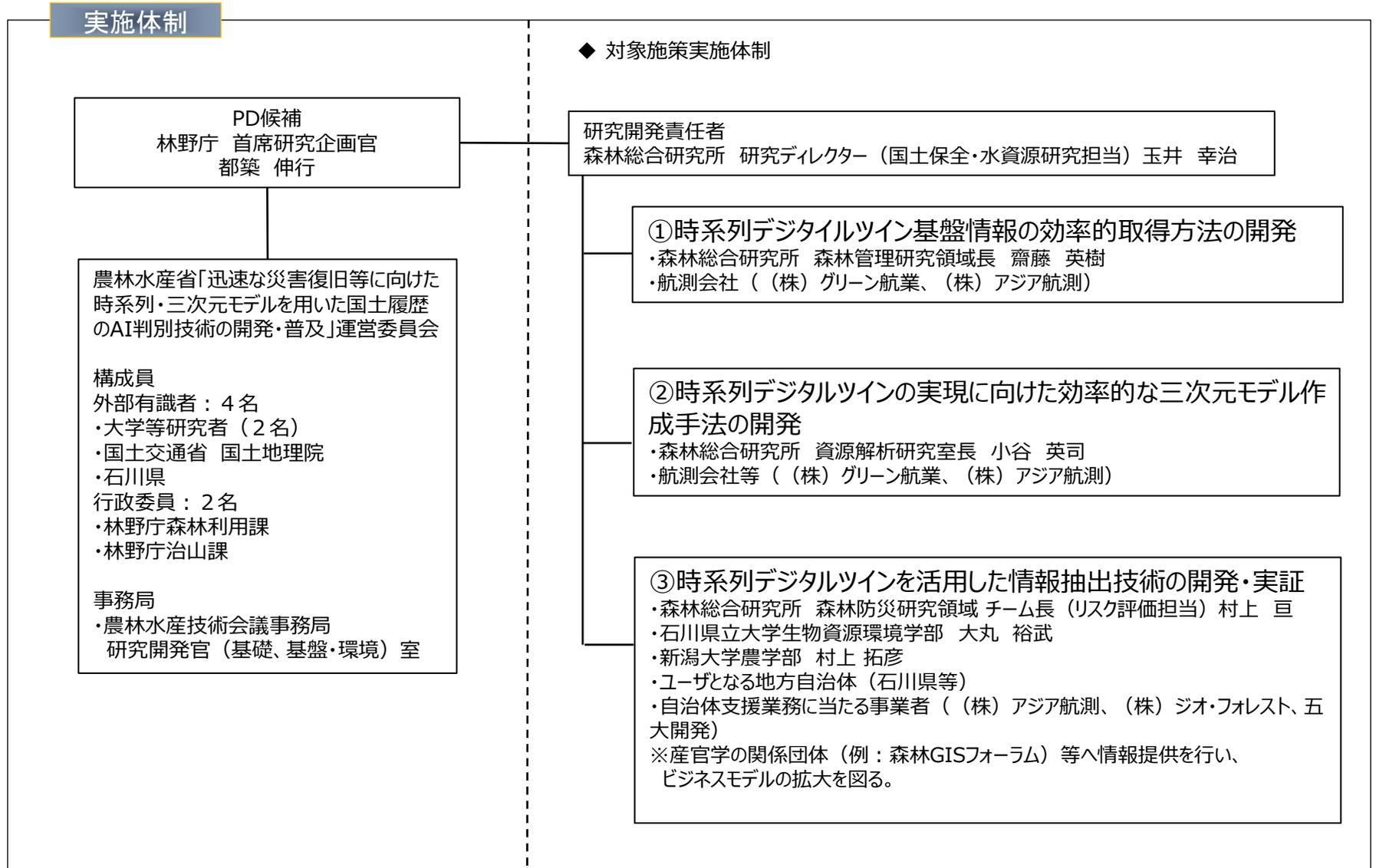
3. 研究開発等の内容・社会実装の目標

● 目標

テーマ名	実施内容概要 到達目標(KPI)	R6年度実施内容 到達目標(KPI)	R7年度実施内容 到達目標(KPI)	R8年度実施内容 到達目標(KPI)
①時系列デジタルツ イン基盤情報の効率 的取得方法の開発	過去の空中写真フィ ルムについて、効率的 なデジタル化手法の 開発 作業効率 2倍 取込費用 半減	複数手法デジタル化 のテスト、手法の絞 込	絞り込んだ手法をを 量産に向け改善	量産テストの実施により、 社会実装に向けて改善
②時系列デジタルツ インの実現に向けた効 率的な3次元モデル 作成手法の開発	研究開発成果による 効率的な3次元モデ ル作成	既存データを用いた 効率化手法の検討	前年度成果を踏ま えた量産手法への 改善	テーマ①で作成した データを用いた検 証・社会実装に向 けた改善
③時系列デジタルツ インを活用した情報抽 出技術の開発・実証	社会実装に向けた情 報抽出手法の開発・実 証(3ケース)	既存データを用いた地盤改変 箇所の情報抽出技術の検討	テーマ②で作成したデータ を用いた抽出手法の改善	ユーザの意見を踏まえて 社会実装に向け改善
		既存データを用いた災害発生 箇所、境界関係情報の情報抽 出技術の検討	テーマ②で作成したデータを用 いた抽出手法の改善	テーマ②で作成したデータを用 いた抽出手法の改善
				・関係団体への情報提供等によるビジネスモデルの検討

被災地(石川県)を優先的に実施

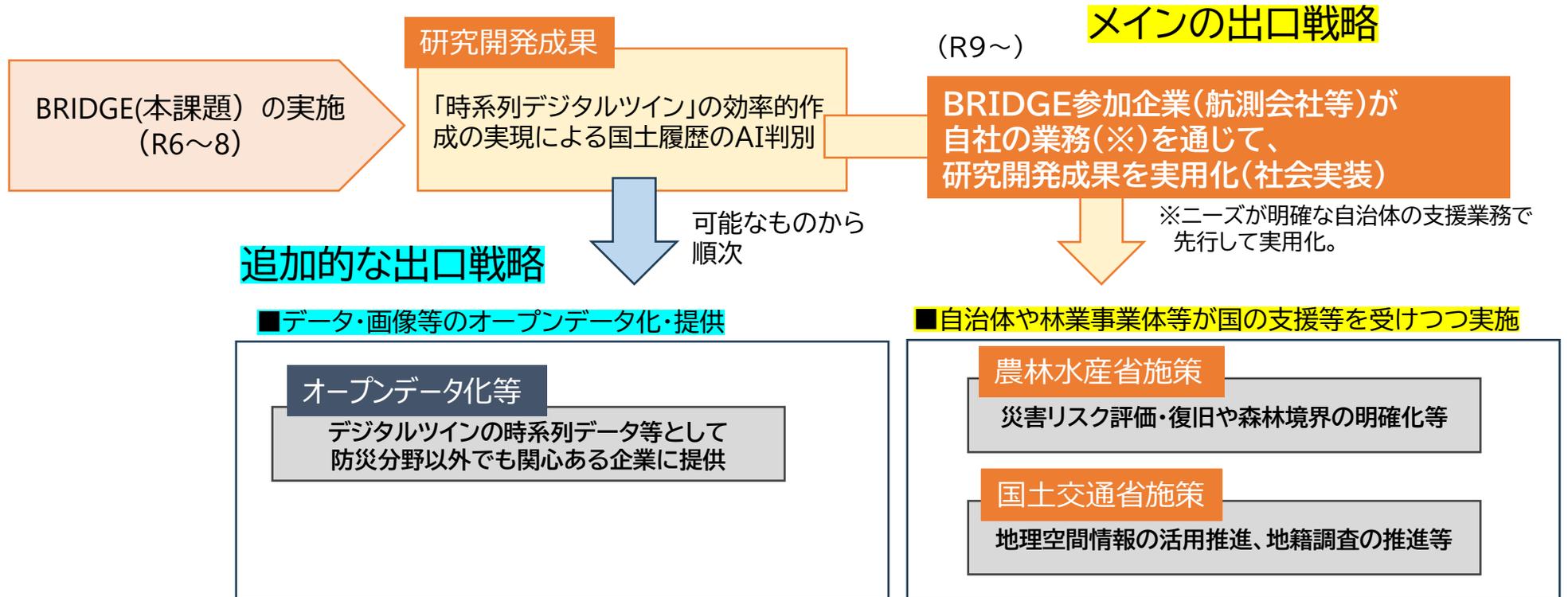
4. 想定する実施体制及び実施者の役割分担



5. BRIDGE終了後の出口戦略

●BRIDGE終了後の出口戦略

- ・本課題の成果については、BRIDGE参加企業が自社の業務として行う自治体支援業務等で実用化
 ※災害のリスク評価・復旧、森林境界の明確化への支援等を実施する農林水産省の施策で支援
 (国土交通省施策とも連携を調整)
- ・データや画像等については、オープンデータ化等を実施し、防災や山間部のみならず幅広い分野での社会実装を目指す。
 ※オープンデータ化等については、国土交通省とも連携し、関心ある企業等に提供



※画像、3Dモデル等基礎的なデータについては、国土地理院(地理院地図)等関係機関と連携してオープン化。
 ※災害や地盤改変等の抽出アルゴリズムや抽出データは、使用許諾や有償提供等によりビジネス化を検討。

6. 民間研究開発投資誘発効果及びマッチングファンド

【民間研究開発投資誘発効果、財政支出の効率化】

民間研究開発投資誘発効果等については、様々な分野での効果が考えられるところだが、一例として、山間部での効果について試算すると次のとおり。

- 空中写真の三次元モデル化による災害履歴の把握費用について、大幅な労力・費用の削減(例:200万円/km²→半減以下)を行うことにより、より広域・詳細な災害リスク評価が実施可能となる。
- 現状(R4)では、1割程度に留まっているリモートセンシングを用いた境界明確化の取組について、将来的(R10目途)に過半数(5割以上)とすることにより、森林境界の明確化を飛躍的に加速化する。
- ボトルネックとなっている境界明確化の取組の加速化を関連施策と一体的に推進させ国産材生産等を進展させることにより、将来的に(R12)約900億円の産出額の増加を見込む。

【民間からの貢献額（マッチングファンド）】

- 本課題では、BRIDGE参加企業(航測会社等)が自社の業務(自治体支援等)の大幅な労力・費用の削減を行うことで山間部で進む高齢化・人口減少に伴う地域精通者の減少という社会課題の解決を目指している。
- 一方、時系列デジタルツインの実現に向けた効率化手法の研究開発については、個々の企業で実施するにはリスクが大きいため、本課題で着実に取り組むことにより、民間企業での事業化につなげる必要がある。
- こうした点を考慮し、BRIDGE参加企業からは、空中写真測量や災害リスク評価、境界明確化に関する既存の技術・知見・技術者の提供等による貢献を見込む。(令和6年度には、金額換算を含み約40百万円を見込む。BRIDGE施策期間中は、2年目以降も同程度を見込み、さらに期間中に関連企業等への情報発信を行うことで、民間企業でのさらなる取組を促す。)