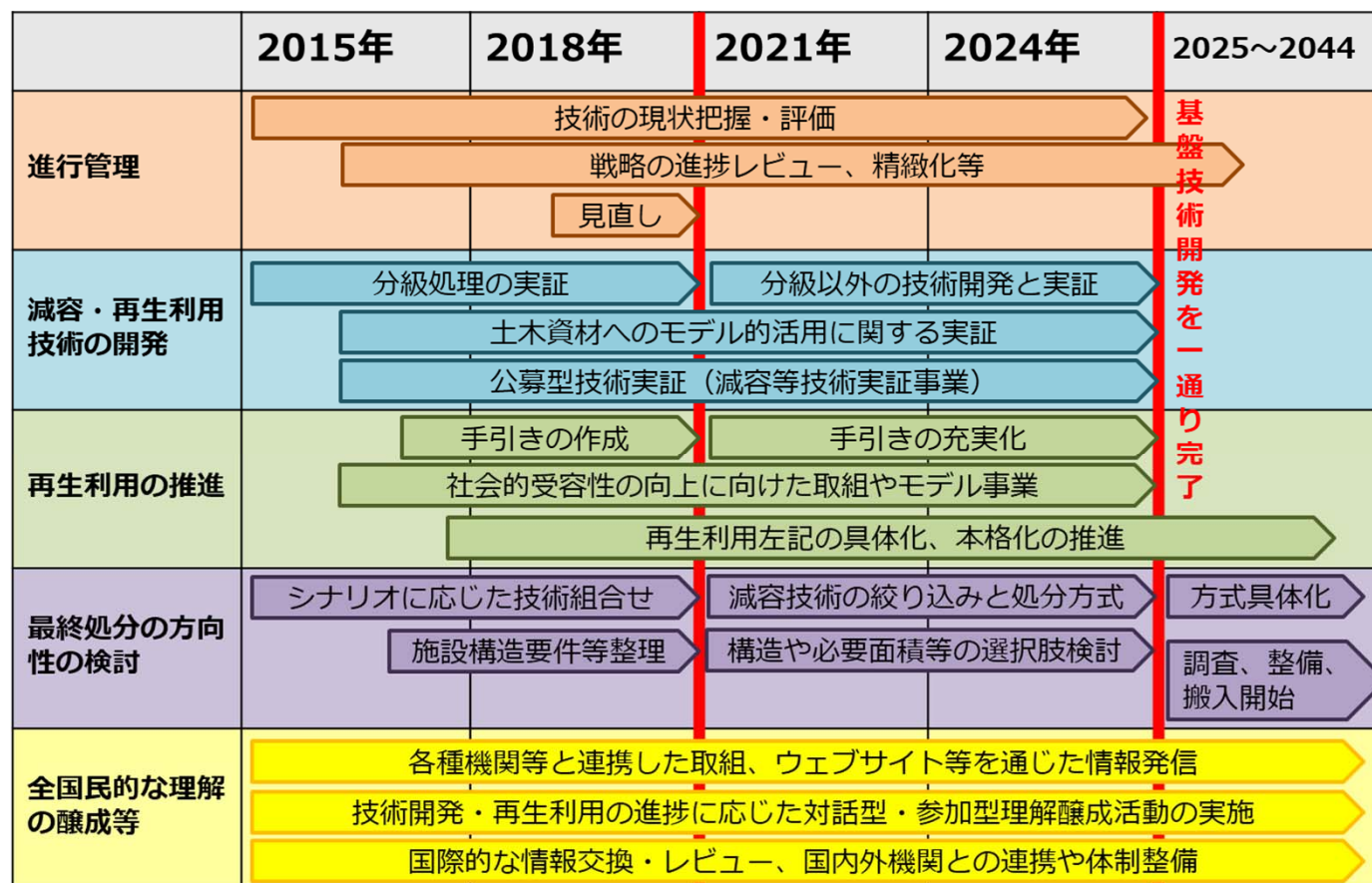


中間貯蔵施設周辺復興地域の 融合的な環境再生・環境創生 に向けた研究

研究代表者	（国研） 国立環境研究所	遠藤 和人
テーマ1リーダー	（国研） 国立環境研究所	遠藤 和人
テーマ2リーダー	（国研） 農研機構	万福 裕造
テーマ3リーダー	（国研） 産業技術総合研究所	保高 徹生

研究背景：戦略目標とその後

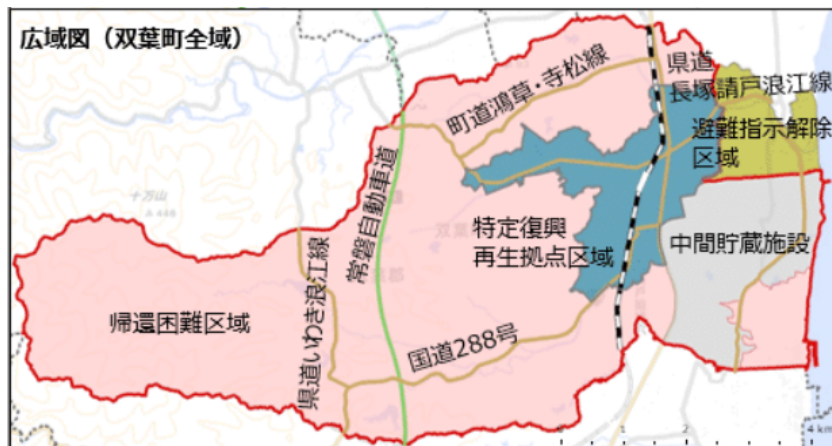
環境省・中間貯蔵施設情報サイトHPから抜粋



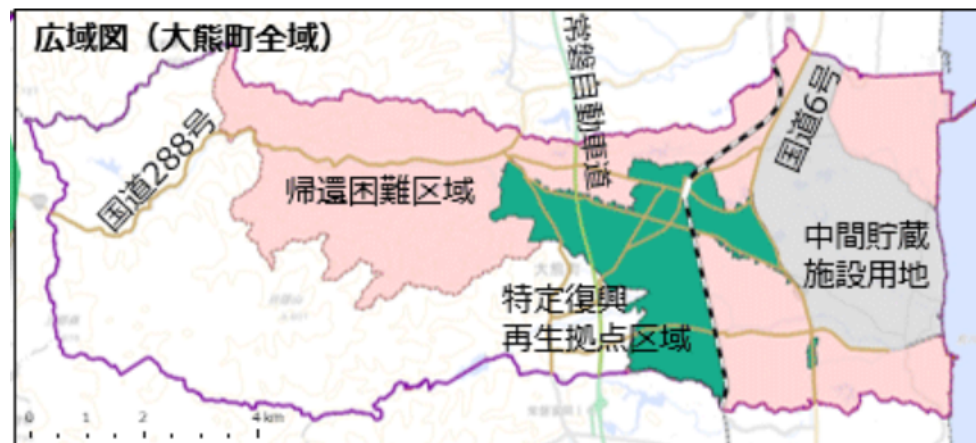
2024年度が基盤技術開発を終える戦略目標
その後、県外最終処分の方式具体化の予定

全国民的な理解の醸成は
継続的に実施する

研究背景：中間貯蔵施設とその周辺環境



双葉町
環境省HPから引用



大熊町
環境省HPから引用

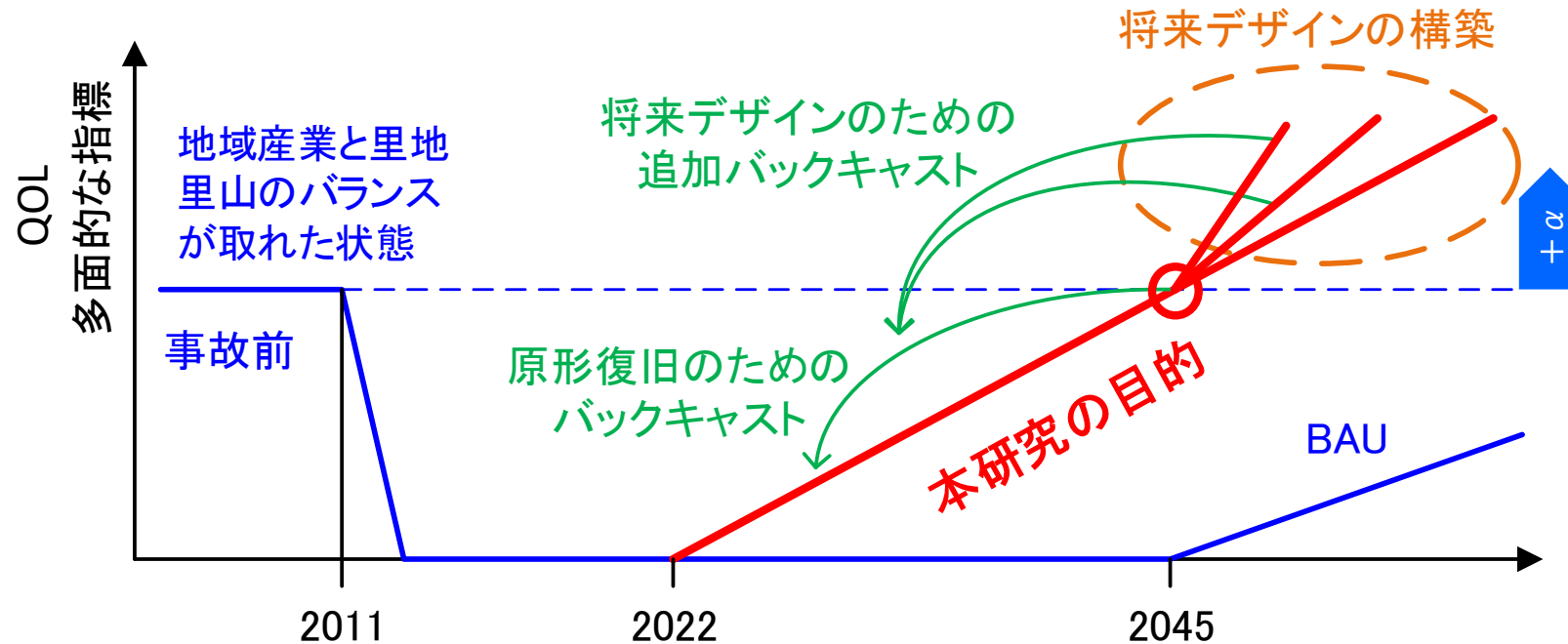
中間貯蔵施設周辺は、特定復興再生拠点や避難指示解除区域によって徐々に復興していく

大熊町ではゼロカーボンビジョンが策定

- 生態系も大きく異なる可能性
- 事故前の生態系サービスに戻すことで里地里山の再生が必要
- 現世代と次世代の将来イメージの違いは？

歴史・文化的側面・景観的側面を含めた環境再生が必要

研究目的



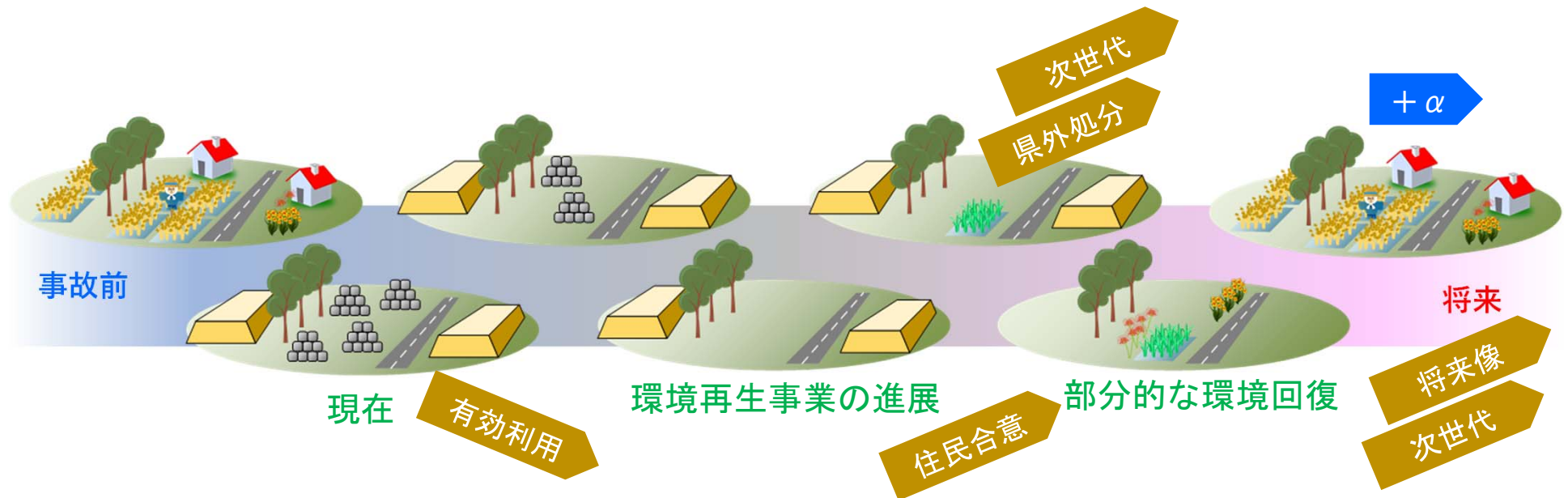
- 県外最終処分に向けた技術システムのシナリオ最適化に関する検討
- 周辺復興地域が調和した中間貯蔵施設区域の環境再生に係る将来デザインの例示
- 県外最終処分や周辺復興地域の復興に関するステークホルダーの意向把握および合意形成フレームワークの提示



大熊町HPから引用・加筆

新規性・優位性

- 前例のない原子力災害による中間貯蔵施設の環境回復、ならびに2024年度以降の戦略検討課題の解決に向けた総合的研究
- 国策を研究面から支える政策対応型研究
- これまで社会実装されてきた合意形成事例等の整理と可視化
- 事故直後から福島復興に携わってきた研究者による研究体制



全体成果目標

- 県外最終処分の実現に向け、除去土壌等の有効利用と県外最終処分を具現化するための技術システムを網羅的に評価し、シナリオ最適化の考え方を提示
- 地域の復興計画等を踏まえつつ、地域課題と気候変動等の地球規模課題に対応する、世界最先端の技術を投入した脱炭素型未来コミュニティとしての復興拠点と、里地里山および先行して復興の進んでいる周辺地域と調和した地域全体の将来像の構築
- 国が進める全国民的な理解醸成事業における、理解醸成と合意形成に向け、社会受容性と多元的公正を考慮した合意形成フレームワークを提示

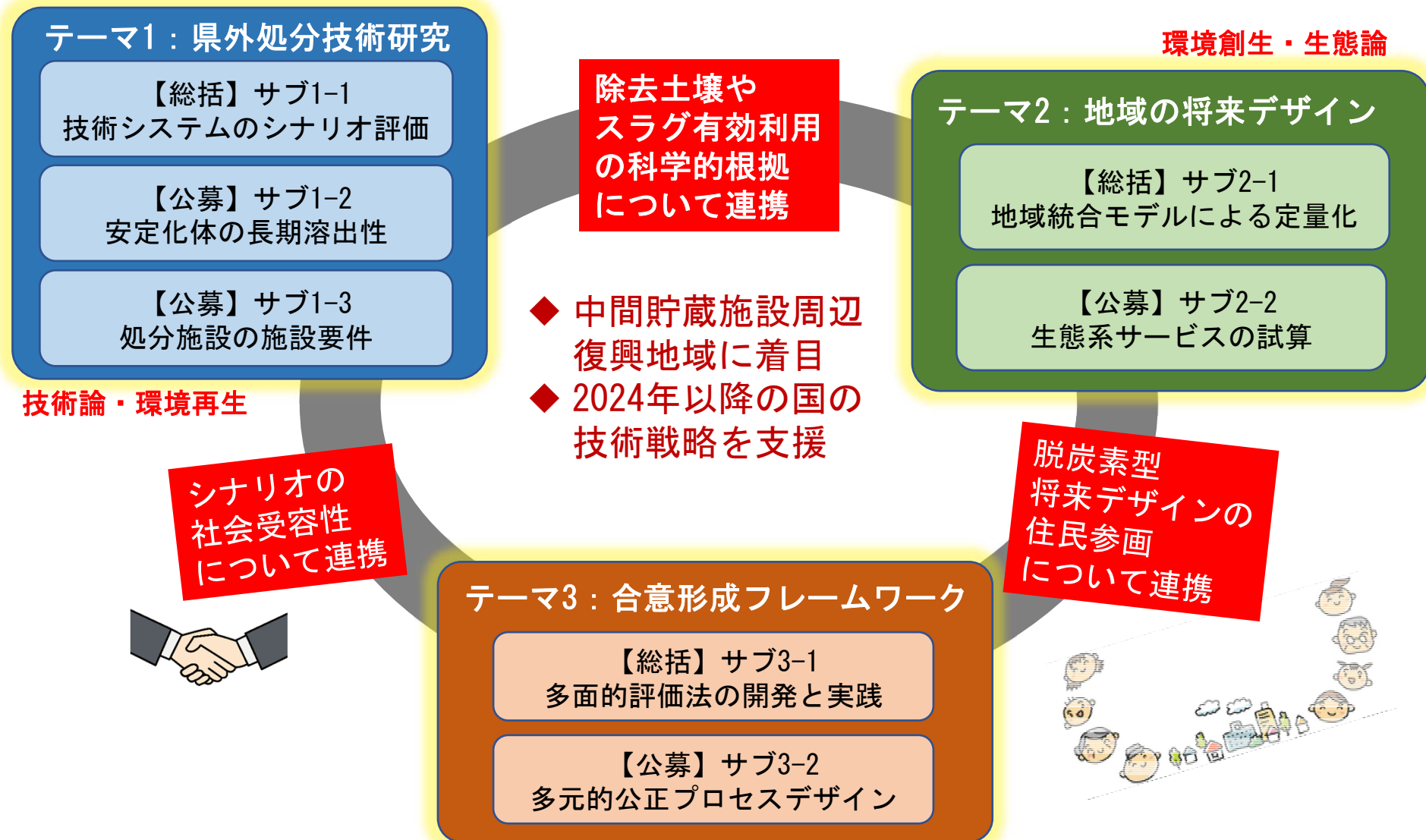
個別成果目標

- 県外最終処分に至る一連の導入技術システム比較による安定化体の質と量を提示し、コスト評価等を含めたシナリオ最適化の考え方を提案
- 安定化体の長期安定性能の評価法と県外最終処分施設の要求性能を提案
- 地域統合評価モデルを応用した将来デザインの達成に向けた要件（社会経済活動や技術導入を含む）の定量化
- 周辺復興地域の生態系サービスを試算し、当該地域の利用方法の選択に資する科学的データの提供
- 県外最終処分の立地選定における様々なシナリオの社会受容性を評価し、国民的な理解が得られやすい県外最終処分や廃棄物性状の条件の抽出
- 県外最終処分等における多元的公正やステークホルダーの多面性を考慮した合意形成フレームワークの提示

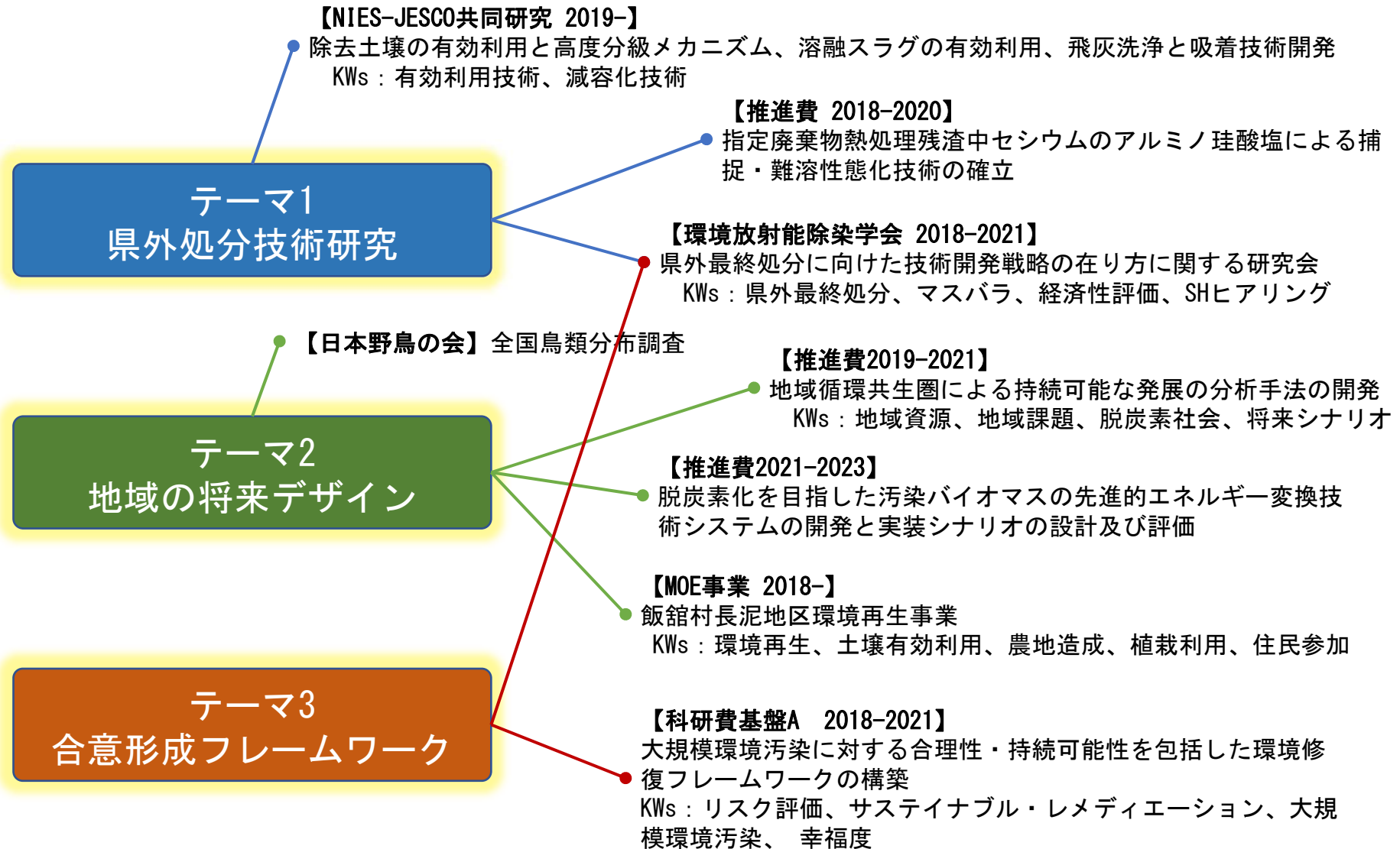
研究課題のテーマ構成

テーマ1：県外最終処分を実現させるための技術システムの開発研究 (TL：国環研・遠藤和人)		
サブテーマ1-1	総括	県外最終処分に向けた導入技術システムのシナリオ最適化
サブテーマ1-2	公募	各種安定化体の長期溶出特性の評価
サブテーマ1-3	公募	県外最終処分施設に求められる封じ込め性能に関する研究
テーマ2：地域資源・環境を活用した周辺地域の将来デザイン構築に関する研究 (TL：農研機構・万福裕造)		
サブテーマ2-1	総括	周辺地域の将来イメージと未来技術導入のシナリオ構築および地域統合評価モデルによる定量化
サブテーマ2-2	公募	中間貯蔵施設周辺復興地域の将来デザインを見据えた生態系モニタリングとこれを活用した生態系サービスの試算
テーマ3：県外最終処分・周辺地域の将来デザイン利用に向けた社会受容性評価と合意形成フレームワークに関する研究 (TL：産総研・保高徹生)		
サブテーマ3-1	総括	持続可能な環境管理に向けた社会受容性評価と多面的評価法の開発
サブテーマ3-2	公募	県外最終処分等に関わる多元的公正の整理および実験的評価

全体構成とテーマ間連携



既存研究との連携



政策貢献

- 県外最終処分に向けたシナリオ評価や技術的研究を通して、2024年度以降の国による減容化・県外最終処分の検討に貢献する。
- 地元ニーズを大切にしながら、中間貯蔵施設周辺復興地域の将来デザインを提示することで、国と県が進めている「福島再生・未来志向プロジェクト」に貢献する。
- 環境省が提示する福島県外での最終処分に向けた8つのステップのうち、ステップ5（最終処分地に関わる調査検討、調整）における検討に寄与するとともに、福島県外最終処分に係る全国民的な理解醸成に貢献する。

テーマ1：県外最終処分を実現させるための技術システムの開発研究

有効利用を含めた減容化技術開発は既存研究から引用

ST1-1 技術システムのシナリオ評価

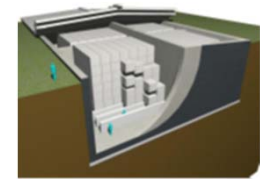
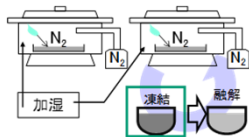
- 県外最終処分に至る一連の導入技術システム比較による安定化体等の質と量を提示
- コスト評価等によるシナリオ最適化
- 県外最終処分施設の要求性能を提案

処分シナリオ

処分シナリオ

テーマ3と連携

シナリオの社会受容性



ST1-2 安定化体の溶出性評価

相互作用

ST1-3 処分施設の封じ込め性能

- コンクリート構造物の遮断効果の整理
- 処分施設に求められる封じ込め性能の評価

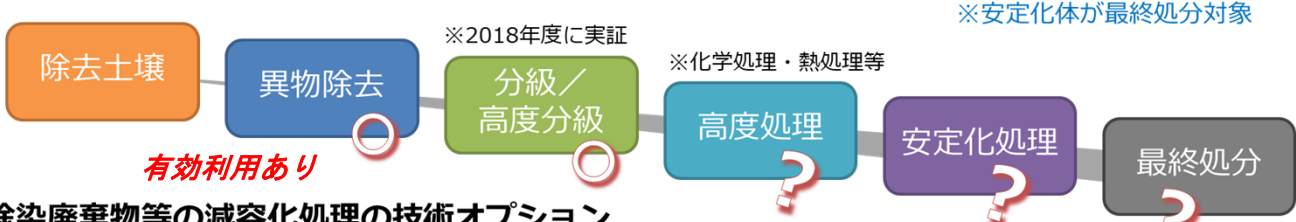
- 安定化体の基礎特性と過酷環境下曝露試験
- 長期安定性評価のための試験方法の提案

- ✓ 2024年以降の技術開発戦略の先行研究
- ✓ 県外最終処分を着実に実行するための技術的要件を網羅的に提示

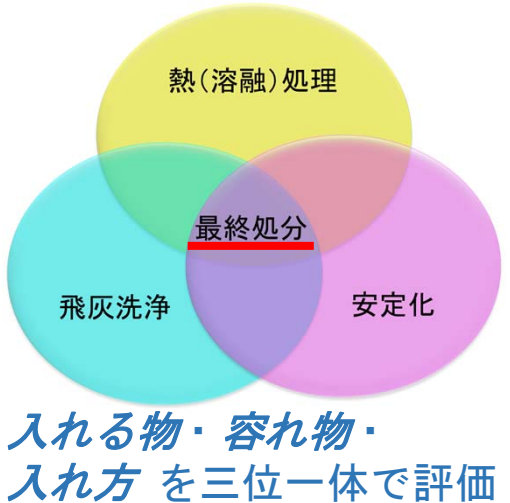
サブテーマ1-1 県外最終処分に向けた導入技術システムのシナリオ最適化

**処理方式・最終処分を一体的に考えた導入技術システムを、
経済性や物質収支の観点からシナリオ最適化の考え方を提示する**

除去土壌の減容化処理の技術オプション

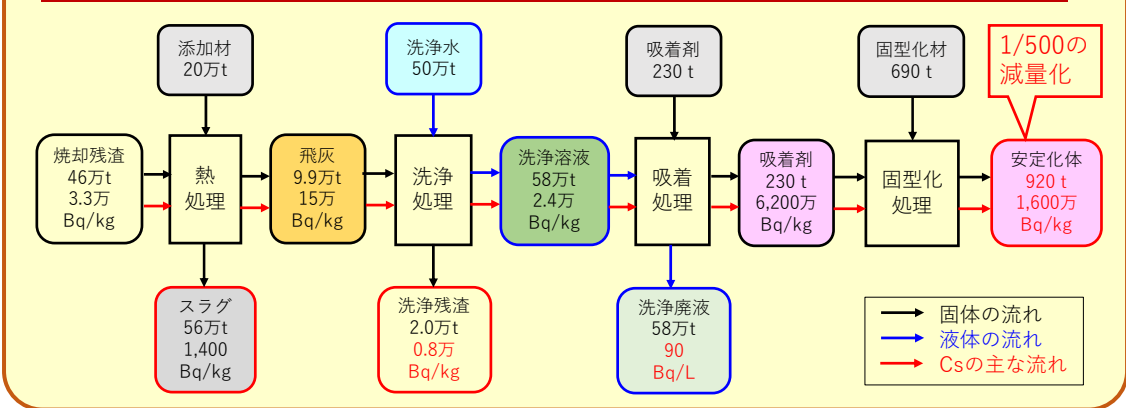


除染廃棄物等の減容化処理の技術オプション



シナリオ (マテリアルバランス) 計算の一例

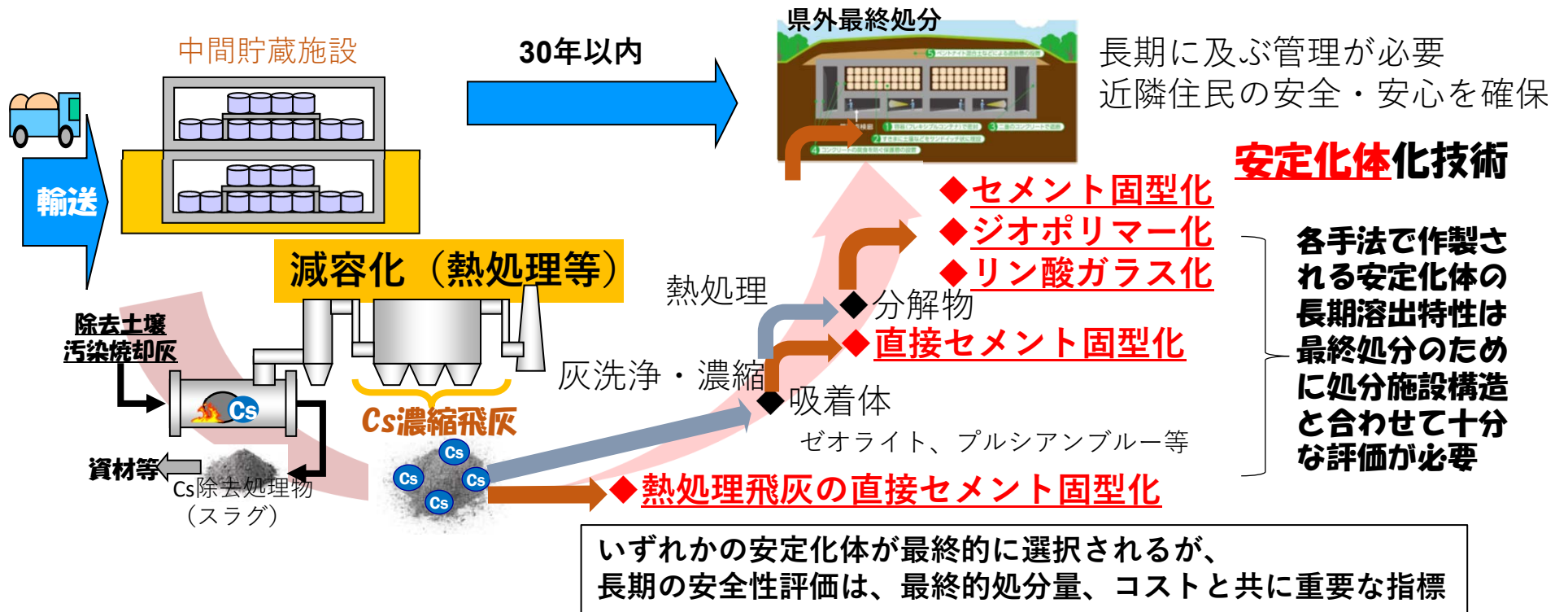
※ 導入技術の選択によって最終処分量・濃度が大きく変わる



- ✓ 導入技術システムの違いによる最終処分対象の廃棄物の量と質を提示
- ✓ 導入技術システムのシナリオ最適化の考え方を提示
- ✓ 県外最終処分施設の技術要件を提案

サブテーマ1-2：各種安定化体の長期溶出特性の評価

各種減容化処理によりCsが分離される結果⇒放射性Csの高濃縮物が発生
このCs高濃縮物を安全に長期間管理・処分するため、各種の安定化技術が開発中



基礎特性 (Cs捕捉形態整理、溶出試験、pH依存試験、シリアルバッチ、風化 (凍結・融解))
過酷環境下暴露 (高イオン強度、構造崩壊による微粉化、温度影響等)

各安定化体のウィークポイントの明確化⇒安定化体埋立時に避けるべき条件を提示

サブテーマ1-3：県外最終処分施設に求められる封じ込め性能に関する研究

減容化・安定化処理した安定化体を最終処分するための施設構造要件を示す



最終処分施設に求められる機能

- (1) 放射性Cs、重金属の封じ込め
- (2) 放射線の遮断
- (3) 万が一のフェイルセーフ



着目

各手法で作製される安定化体は量（10～10万m³単位）と、特性（溶出性、放射能、ガス発生）が大きく異なる

- ⇒ 適した処分施設構造の検討が重要
- ⇒ 処分シナリオ毎に、施設の構造要件を明らかに

想定処分シナリオに対する解を示す

研究内容

- | | |
|-----|-----------------|
| (a) | 熱処理飛灰の直接固型化 |
| (b) | 現行のセメント固型化体 |
| (c) | 粘土を用いたジオポリマー固化体 |
| (d) | 超濃縮リン酸ガラス固化体など |

過去の事実と実験的な知見で適切な評価を与える

評価のための基礎的研究

- 低レベル等でコンクリート構造が選ばれた理由？（調査）
- コンクリート躯体とした場合の忌避埋立物？（実験）
- サブ1-2より示される溶出物と構造の適合性調査（文献）

既往の放射性廃棄物処分施設の成立性調査、最終処分で考慮すべき安定化体の特性の定義、処分施設種類ごとの漏洩シナリオの設定、処分施設に求められる封じ込め性能の整理

減容化処理に対応した安定化体の量と特性 → 適する最終処分施設の提案

テーマ2: 地域資源・環境を活用した 周辺地域の将来デザイン構築に関する研究

中間貯蔵施設周辺
復興地域が融合した
将来デザインが必要



2045年まで除去土壌・除染廃棄物を
中間貯蔵施設での長期間保管



テーマ全体 周辺地域が調和した、地域の脱炭素を含めた将来像を構築

サブテーマ 2-1

- ・住民参加型事例のプロセス可視化
- ・地域価値・資本の指標化
- ・将来イメージと未来技術導入のシナリオ構築
- ・地域統合評価モデルによる**地域指標の定量化**

結果の提供

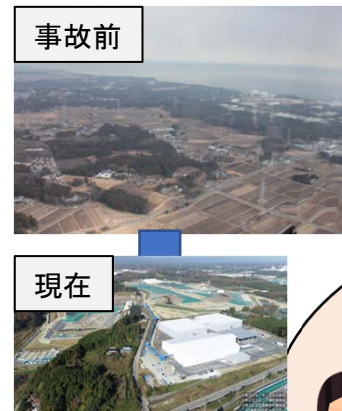
サブテーマ 2-2

- ・里地里山の指標となる生物相調査
- ・小規模河川流域における物質動態や土地利用
- ・生態系サービスの多面的な評価

サブテーマ3-1

- ✓ 将来デザインの合意形成プロセス
- ✓ 事故前の文化・景観等の記録

連携



経済活動と自然が融合した
住民の記憶にある故郷
↑ 将来デザインの起点

将来デザインは？



サブテーマ2-1: 周辺地域の将来イメージと未来技術導入のシナリオ構築および地域統合評価モデルによる定量化

【実施内容】

地域全体の将来像として、超未来型の脱炭素技術等を活用し、中間貯蔵施設周辺復興地域と調和した地域デザインと課題・要件・取り組みを検討し、提示する。

中間貯蔵施設のイメージからの脱却！



(資料: JESCO)

地域住民が
参画した
地域デザイン



(中央) 国内有数のスポーツ施設
Jヴィレッジ



(左) 環境省: 大熊・双葉環境まちづくりミーティング
(右) 環境省: 飯館: 環境再生実証事業

【調査研究の項目例】

- 将来デザインや事業構想に有用なイメージ構築や指標選定のため、住民参加型の既存事業を事例対象として、経験則的なプロセスパターンランゲージ等にて可視化
- 多面的視点から地域がもつ価値・資本を包括的に評価するための指標を設定
- 住民協働による、将来イメージのシナリオ構築と、協働結果を地域総合モデルへ反映

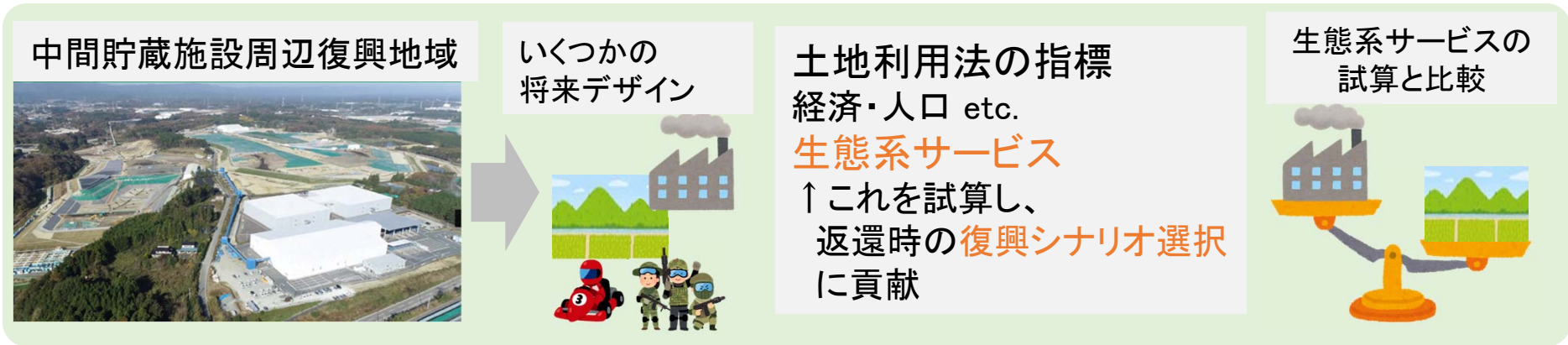
地域統合評価モデルを応用し、将来デザインの達成に向けた要件(社会経済活動の課題と技術導入を含む)を定量化

テーマ3と連携調査

サブテーマ2-2: 中間貯蔵施設周辺復興地域の将来デザインを見据えた生態系モニタリングとこれを活用した生態系サービスの試算

【実施内容】

本サブテーマでは中間貯蔵施設周辺復興地域の将来デザインをいくつか想定し、デザイン毎に**生態系サービスを試算**することを目的とする。



【調査研究の項目例】

- ① 里地里山の指標となる**生物相調査**
(淡水魚、鳥類、昆虫類を想定)
- ② 小規模河川流域における**物質動態や土地利用**
(放射性セシウム、栄養塩などを想定)
- ③ **生態系サービス**の多面的な評価

サブテーマ3と連携調査
事故前の生態系に関する
ヒアリング・文献調査

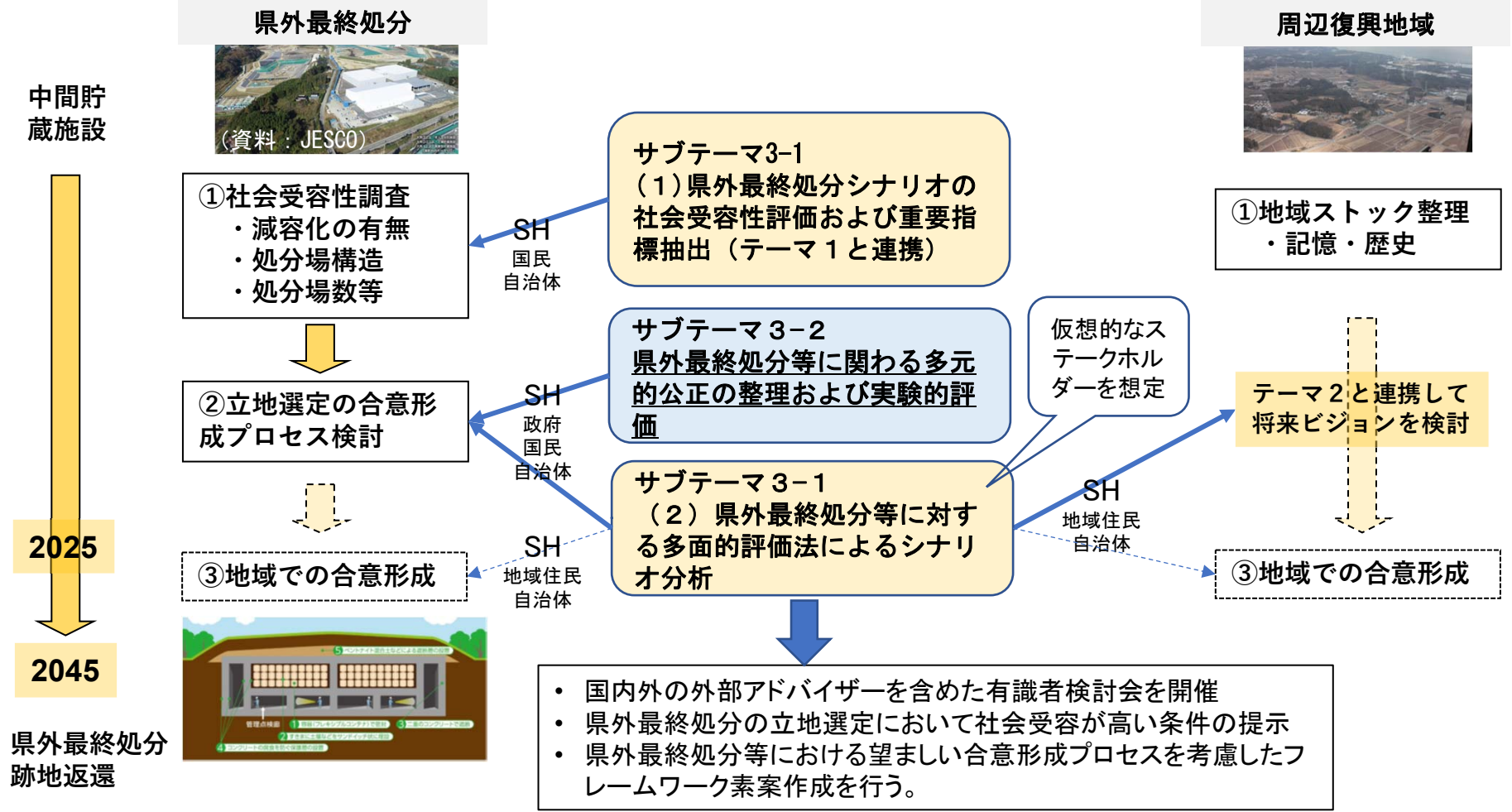


アウトプット: 総括サブ2-1での将来デザインに基づく**生態系サービス評価**

生態系サービスの観点から当該地域の将来デザイン選択に資する科学的根拠を提供

テーマ3：県外最終処分・周辺地域の将来デザイン利用に向けた社会受容性評価と合意形成フレームワークに関する研究

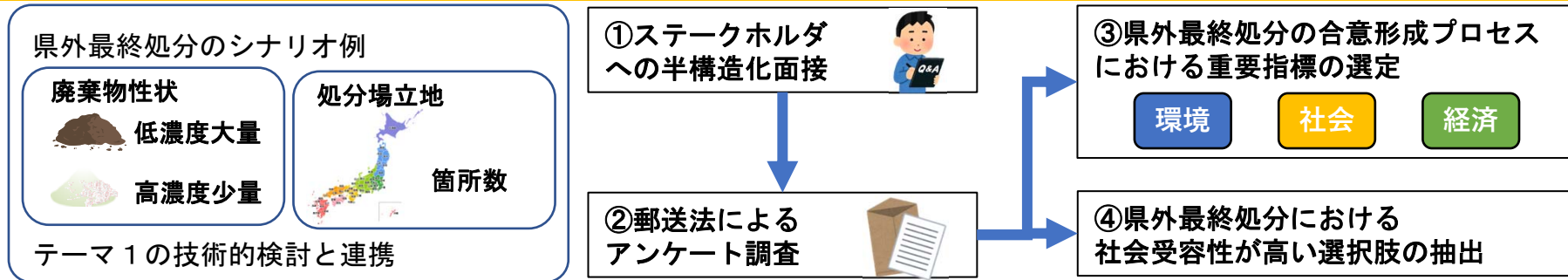
県外最終処分・周辺復興地域の復興に向けて、ステークホルダ(SH)の意見や社会受容性の評価、さらに、多元的公正性や環境・社会・経済を考慮した多面的評価の検討を進め、立地選定や周辺地域の将来デザインに関する合意形成フレームワークを提案する。



サブテーマ3-1：持続可能な環境管理に向けた社会受容性評価と多面的評価法の開発

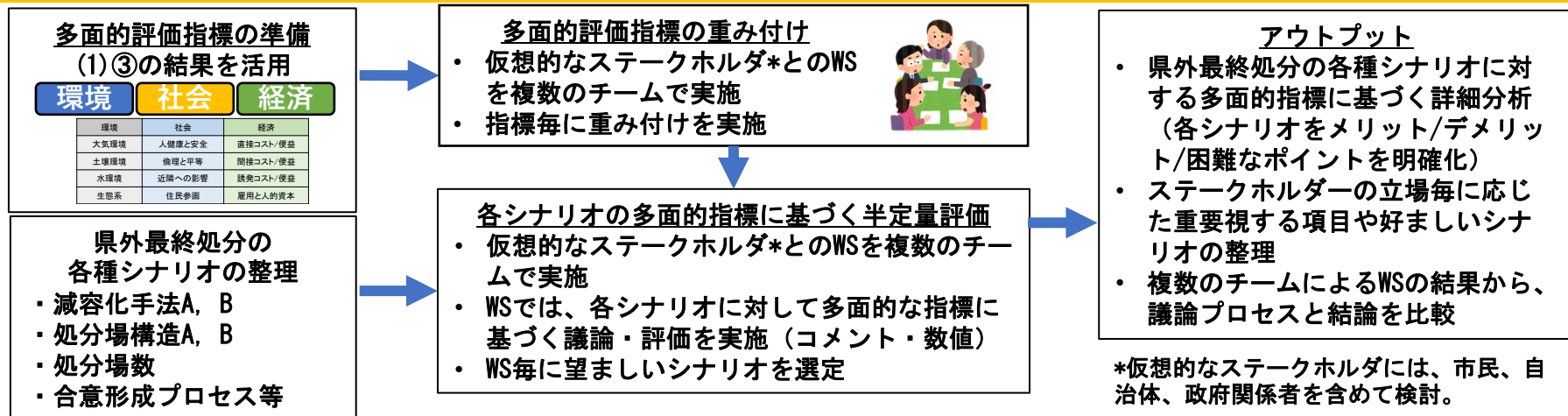
(1) 持続可能な環境修復に向けた社会受容性評価および重要指標抽出

県外最終処分に関する様々なシナリオについて、仮想的なステークホルダへの半構造化面接・アンケート調査等による社会受容性評価と重要指標の選定



(2) 県外最終処分に対する多面的評価法によるシナリオ分析

- 県外最終処分の各種シナリオを対象に(1)で得られた重要指標を考慮した多面的評価方法を開発
- 仮想的なステークホルダによるワークショップを実施
- 各シナリオの組み合わせについて、多面的評価に基づき環境・社会・経済の視点から定性・半定量評価

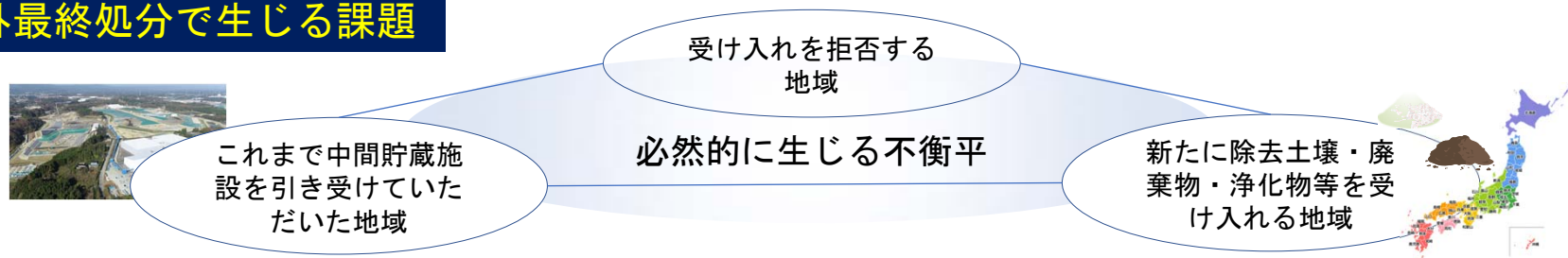


サブテーマ3-2：県外最終処分等に関わる 多元的公正の整理および実験的評価

【実施内容】

多元的公正の視点から、県外最終処分の立地選定で必然的に生じる不衡平を整理し、実験社会科学的手法により、自分が当事者になる可能性の有無で公正基準がどのように異なるかを分析するとともに、多元的公正を反映させた対話の場のデザインを提案する。

県外最終処分で生じる課題



実施内容

県外最終処分の立地選定について多元的公正の視点からの整理



実験社会科学的手法を用いた社会実験および集団実験の実施

- ・ 集団討議実験
- ・ 模擬市民参加的な社会実験
- ・ 仮想ステークホルダーを想定したゲーミング実験等



多元的公正を反映させた対話の場のデザインの提案

多元的公正

- ・ 手続き的公正
- ・ 分配的公正
- ・ 不衡平是正
- ・ 負担の分かち合い等

例えば、自分が当事者になる可能性の有無で公正基準がどのように異なるかを分析



年次計画

			FY2022	FY2023	FY2024
テーマ1 県外最終処分を実現させるための技術システムの開発研究	1-1	✓ シナリオ評価	← FY2022 →		
		✓ 最終処分施設の設計要件		← FY2023 →	
	1-2	✓ 基礎的特性試験評価	← FY2022 →		
		✓ 過酷環境下曝露試験		← FY2023 →	
		✓ 長期溶出特性試験法の提案			← FY2024 →
	1-3	✓ コンクリート構造要件の検討	← FY2022 →		
✓ ベントナイト遮水の適用性検討			← FY2023 →		
テーマ2 地域資源・環境を活用した周辺地域の将来デザイン構築に関する研究	2-1	✓ 将来イメージのシナリオ構築	← FY2022 →		
		✓ 地域住民と協働による発想整理	← FY2022 →		
		✓ 地域統合評価モデルによる定量化		← FY2023 →	
	2-2	✓ 周辺復興地域の調査	← FY2022 →		
		✓ 小河川流域の物質動態研究	← FY2022 →		
		✓ 生体系サービスの試算		← FY2023 →	
テーマ3 県外最終処分・周辺地域の将来デザイン利用に向けた社会受容性評価と合意形成フレームワークに関する研究	3-1	✓ アンケート等調査・重要指標	← FY2022 →		
		✓ 多面的評価手法の開発		← FY2023 →	
		✓ 合意形成プロセス案の提示			← FY2024 →
	3-2	✓ 多元的公正の視点整理	← FY2022 →		
		✓ 実験社会科学的手法の各種実験		← FY2023 →	