

(別添)

生物多様性と農業生産を脅かす侵略的外来種の根絶技術の開発

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・環境省

○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
○													

1. 「生物多様性と農業生産を脅かす侵略的外来種の根絶技術の開発」の位置付け（関係施策等を踏まえた俯瞰図・位置付け）

【背景】

- **驚異的な速度で増殖する侵略的外来種**の群落が河川の揚・排水機場に漂着するとポンプの運転不能による越水や浸水害が発生し、人命を脅かす。
- **侵略的外来種**の水系を通じた定着・拡大により、**農作物の被害**や**希少種・絶滅危惧種の生息範囲の減少**を引き起こす。
- 節や根からも再生するため、**刈取り等の物理的防除**では**分断個体・根の残存**を防げない。

【課題】

- 農地-非農地間を頻繁に移行するため、**水系全体が一丸となった防除実施が必要**。
- 防除主体である地方自治体や生産者等が実施可能な**簡便な防除技術がない**。
- **化学薬剤を用いた防除に対する強い要望**があるが、化学薬剤の使用による生態系への影響等の環境負荷が明らかでないため、農地における化学農薬の使用以外は認められていない。

【被害事例と自治体の対応】

- ナガエツルノゲイトウ等の侵入に苦しむ各県では当初予算では不足し、R5補正予算として、茨城県では9900万円、千葉県では1億9000万円、兵庫県では4000万円をそれぞれ追加している。
- 千葉県の印旛沼水系では、ナガエツルノゲイトウが原因となる揚排水機場の減量運転や緊急停止が発生し、幹線水路1kmあたり1000万円をかけて防除している。



【国内における**侵入・被害が特に深刻な侵略的外来種**】

- ① **ナガエツルノゲイトウ**（河川・水路・水田・畦畔に侵入・繁殖）
- **茎・断片**から増殖
 - 茎はちぎれやすく、節や根からも再生する水陸両生の水草。
 - 発生域は年々拡大し、関東以南の**25都府県**に定着。
 - **農業水路1kmあたりの防除に1,000万円以上**。



蔓延するナガエツルノゲイトウ

- ② **アレチウリ**（河川敷・水田・畑地で蔓延）
- **種子・根**から増殖
 - 水系を通じて種子が移動拡散。農地侵入後に急増殖。
 - **沖縄以外の全国**に定着・繁殖。
 - 農業被害額は推計**約20億円/年**。



家屋を侵食し、覆うアレチウリ



【技術開発の現状】

農水省予算（H31～R5）
「農業生産に被害をもたらす侵略的外来生物の管理技術開発」

【主たる研究成果】

- ・水田で使用できる**農薬の選抜・登録**
- ・遮光シートを用いた**枯死技術**
- ・環境DNAを用いた**検出技術**

化学農薬によるナガエツルノゲイトウ防除効果



環境DNAによるナガエツルノゲイトウ分析結果



農地での人手による防除が可能

【課題】

農地内外で活用できる

より広範囲・省力的な探索・防除技術

- ・**雑草群落**から外来種のみ識別する技術
- ・**ドローン**を用いたピンポイント防除技術
- ・**除草剤利用の環境影響評価**が必要

【BRIDGEにおける取組】

①ピンポイント防除技術の開発・実証(TRL5~7)

- ・発生リスクに応じた効率的な巡回・検出を実現するAIの開発
- ・対象植物だけに薬剤を処理する展着剤や装置の開発

- ・ドローン等に搭載し、低環境負荷型の薬剤処理技術として、既存の課題を解決（積載重量や駆動時間、ドリフト量等）
- ・防除の省コスト・軽労化を実現



②農地内外への移出入阻止技術の開発・実証(TRL5~7)

- ・紫外線等を活用した断片を不活化する技術の開発
- ・防除後植物の減容化を実現する技術の開発

- ・迅速・確実に枯死させ、被害拡大を阻止
- ・効率的な運搬※を実現



※外来生物法により特定外来生物は死滅を確認するまで運搬不可

③水辺における除草剤の環境動態解析(TRL4~7)

- ・①②による開発技術の環境影響評価
- ・開発技術を導入するための留意点をまとめた手引書の作成

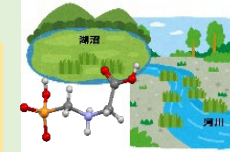
開発技術を確実に防除実施者に社会実装



④除草剤の農地外利用における生態リスク評価(TRL1~3)

薬剤の使用に対する安全性基準の構築に資する環境毒性評価や環境中暴露評価、リスク評価、社会的受容性評価等の基礎知見の収集

侵略的外来種の化学的防除による生態系回復の評価、及び薬剤の安全性基準を構築



【社会実装の姿】

ドローン・農薬・化学等の民間事業者による技術の製品化・販売

【販売が想定される技術】

- ・AI搭載ドローン
- ・薬剤処理装置
- ・有効薬剤 等

・民間事業者と防除実施者との間に防除ニーズを共有する協力体制を構築

・防除ニーズを反映した研究開発を民間事業者が加速

・新たな侵略的外来種の発生時にも防除技術として応用

防除実施者による活用

(地方自治体・土地改良区・生産者等)

・環境・時期等に応じた適切な防除手法の選択

行政連携によるシナジー

関係省庁が連携し、支援制度や事業等を活用して、自治体等による効果的・効率的・低リスクな防除の実現を推進

2. 解決する社会課題・背景／現状

<社会課題>

課題① 所掌のまたがり（農水省・環境省等）

侵略的外来種の侵入・被害により
在来生態系・人間生活に対する被害深刻

【農地】

甚大な農作物被害（経済損失）

農地では化学薬剤のうち農薬を用いた防除可能
ただし、以下の知見や防除技術等が不足。

- ① 水路等の水辺での薬剤使用
- ② 希少種・絶滅危惧種を保全しながら薬剤処理するための探索技術・ピンポイント防除技術

【農地外】

希少種・絶滅危惧種の生息範囲に悪影響

農地外では化学薬剤を用いた防除不可能
薬剤使用に向けて以下の基礎知見等が不足。

- ① 除草剤の環境毒性
- ② 除草剤の環境中暴露評価
- ③ 除草剤の農地外利用におけるリスク評価

関係省庁や地方自治体が連携し、一丸となった防除活動が重要

課題② 地方自治体や生産者による防除 課題③ 防除労力に対する費用対効果

自治体や生産者等は、防除として

- ① 巡回等の目視による探索及び検出
- ② 機械や手作業による刈取り防除

を実施している。

ただし、多大な労力やコストをかけて刈取りを実施しても断片化や根、種子の残存を防げない。
むしろ、被害を拡大させる事例も散見。

効果的・効率的かつ簡便な
防除技術の開発が不可欠

<背景／現状>

- 2023年に改正・施行された植物防疫法及び外来生物法に雑草を輸入検疫・国内防除等の対象とする規定や特定外来生物に対する都道府県の防除責務規定が明文化された。
- 一方、特定外来生物のうち、ナガエツルノゲイトウ等の侵略的外来種（植物）が河川や湖沼、農地等に侵入して被害が拡大し、全国で問題化している。
- 防除主体である地方自治体や生産者等から、化学薬剤を用いた防除に対する強い要望があるが、化学薬剤の使用による生態系への影響等の環境負荷が明らかでないため、農地における化学農薬の使用以外は認められていない。
- 農地だけでなく、非農地も含めた総合的な防除を行う必要があるが、それぞれ所管省庁が異なることも問題である。
- 関係省庁が連携し、防除対象地で使用可能な化学薬剤等を含む防除技術の開発及び規制等の検討が重要。

求められる解決策

本施策

除草剤を用いた防除技術の開発

農地への導入

農地外で利用するための
非標的的生物に対する
リスク・データ収集

農地外で利用するための
安全性基準設定

効率的防除による根絶

3. 研究開発等の内容・社会実装の目標 (①ピンポイント防除技術の開発・実証)

研究開発目標

防除実施者である地方自治体等が防除計画の策定等を行う上で、侵略的外来種の侵入・繁殖状況を広域的に把握できないことが課題である。また、化学薬剤の使用による生物多様性影響等の抑制も課題である。そこで、以下の研究開発を実現する。

- AI画像解析技術を用いて、雑草群落の中から侵略的外来種のみを識別する技術の開発。
- 農地を対象として慣行比1/3以下の使用量で除草が可能となる防除法の開発。
- 開発技術をドローン等に搭載し、侵略的外来種の発生場所について、最適なルートによる探索の実現。

研究開発の概要

①-1 AIやドローン等を活用した検出技術の開発

ターゲット植物種のAI識別システム

- ・ 群落の3次元構造
- ・ 種固有の吸収スペクトル波長

AIが識別し、侵略的外来種のみを抽出

発生モニタリングの最適化

- ・ 農地や水路網の空間情報データベース
 - ・ 侵略的外来種の生育好適地の情報
- 発生リスクを勘案した最適ルートを設定



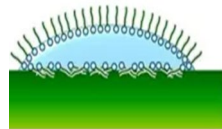
+

①-2 新規展着剤等を活用した防除技術の開発

環境負荷を低減する薬剤・展着剤

- ・ ターゲットにのみ有効な薬剤
 - ・ 処理後、周辺に影響を与えない展着剤・処理装置
- ピンポイント防除・薬剤処理量低減・新たな侵入阻止

新たな展着剤の開発



選択性の高い
有効成分の選抜



発生リスクに応じた効率的な探索 ピンポイント防除の実現



||

広範囲の探索・防除を省力的に完結する技術の開発

3. 研究開発等の内容・社会実装の目標 (②農地内外への移出入阻止技術の開発・実証)

研究開発目標

水の中の侵略的外来種を不活化できないために、農地内外の移出入を阻止できない。また、防除後に確実に枯死させられないために、運搬等が実施できず、地方自治体等是对応に苦慮している。そこで、以下の研究開発を実現する。

- 効率的に植物断片を捕集する装置及び効果的に枯死させるための装置の開発。
- 防除後の侵略的外来種を効率的に減容化する技術の開発。

研究開発の概要

②-1 植物断片の不活化技術の開発

土壌・水に影響を与えない不活化技術

- ・ 薬剤による消毒
- ・ UV等を活用した不活化

移出入を物理的に抑制

+

②-2 防除後植物の枯死・減容技術の開発

防除後の作業の効率化

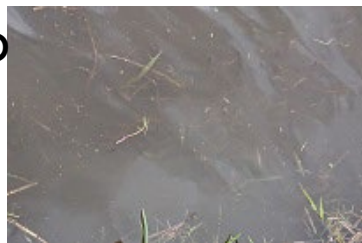
- ・ 除去後の廃棄等に係る手続きの一般化
- ・ 発酵技術等による減容化

防除後の廃棄にかかる問題を解決

||

侵入の早期検出・効率的な防除・再生させない技術の開発

侵略的外来種の
水中の断片



侵略的外来種の種



農地内外の移出入
抑制技術の高度化



UV等による
植物断片の不活化

消毒



UV照射



防除後の植物残渣

地方自治体による開発技術を用いた運搬・廃棄に対する行政手続き等の
共通ルールを作成



3. 研究開発等の内容・社会実装の目標 (③水辺における除草剤の環境動態解析)

研究開発目標

「ピンポイント防除技術の開発・実証」及び「農地内外への移出入阻止技術の開発・実証」により開発される技術を地方自治体等が効率的かつ効果的に実施するために、遵守すべき条件等を明確化する必要がある。そこで、以下の課題に取り組む。

- 水路や農道等での開発技術の使用を想定し、**環境影響評価の実施**及び**技術的な改良点のフィードバック**。
- 農地における生態系のうち、侵略的外来種の防除によって影響を受ける**希少種**や**絶滅危惧種**の**マップ化**。

研究開発の概要

【技術開発】

「ピンポイント防除技術の開発・実証」

「農地内外への移出入阻止技術の開発・実証」

フィードバック

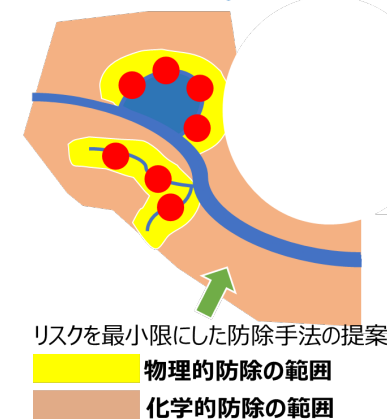
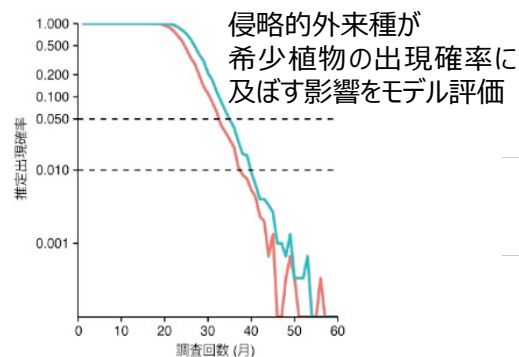
環境影響評価

- ・水中での薬剤拡散動態
- ・希少種への影響

開発技術の導入に必要な情報収集

- ① 侵略的外来種および同所的に分布する希少種等のマップ化※
※河川水辺の国勢調査活用・外来生物データベースを活用
- ② 侵略的外来種の群落形成条件の解明
- ③ 希少種に配慮した防除手法の提案
- ④ 重点対策地点の整理と行政との情報共有
- ⑤ 各防除手法の特性および費用対効果の整理

地方自治体等が開発技術の導入に留意すべき点をまとめた**手引書**の作成



3. 研究開発等の内容・社会実装の目標 (④除草剤の農地外利用における生態リスク評価)

現状の問題点



全能性による再生



駆除の繰り返し



農地外エリアにおける物理的・機械的防除→分断個体・根の残存

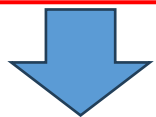
解決のための取組

化学的防除技術導入

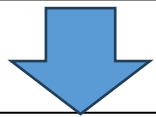


本事業

除草剤利用による非標的生物・生態系に対するリスクデータ収集



除草剤利用のための安全性基準設定



効率的防除による根絶

④-1 環境毒性評価

個体・種レベルの毒性評価

室内レベル毒性試験による各種毒性データ収集



生態系レベルの毒性評価

メソコズム試験による個体群・群集レベルの影響データ収集

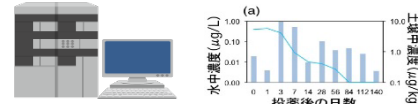


影響濃度

④-2 環境中暴露評価

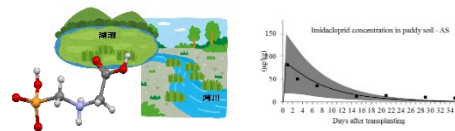
薬剤の環境中濃度調査

薬剤濃度の時空間的変動の化学的分析



薬剤の環境中濃度予測

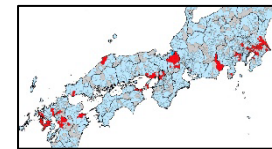
薬剤濃度の時空間的変動の予測シミュレーション



暴露濃度

④-4 社会的受容性

被害自治体の把握



薬剤使用に対する意識アンケート調査および解析



データ共有

④-3 リスク評価

3. 研究開発等の内容・社会実装の目標

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ピンポイント防除 技術の開発・実証	①- 1 AIやドローン等を活用した 検出技術の開発	(TRL7) ・ドローンを用いた侵略的外来種の発生モニタリングおよび撮影画像による識別AIの開発	(TRL4) ・発生モニタリングの最適化にむけた撮影要件 (時期・高度・ルート) の検討 ・対象種・類似種の学習用画像の収集、識別AIのプロトタイプ作成	(TRL5~6) ・発生モニタリングのプロトタイプを用いた探索用空撮画像の取得 ・1地区におけるドローン空撮画像による識別AIの精度検証	(TRL6~7) ・複数地区におけるは発生モニタリングを用いた画像の取得の実証 ・複数地区におけるドローン空撮画像による識別AIの精度検証
	①- 2 新規展着剤等を活用した 防除技術の開発	(TRL7) ・ピンポイント防除を実現するドローンに搭載可能な処理装置の開発及び製品化 ・ドローン処理を実現する農薬や展着剤の開発及び製品化	(TRL4) ・ドローン搭載用スポット処理装置の検討・試作 ・ドローン処理に向けた農薬・展着剤の検討	(TRL5~6) ・ドローン搭載用スポット処理装置の開発・実証 ・ピンポイント防除に要する薬剤施用量の検討・実証	(TRL6~7) ・開発した農薬や展着剤の使用に向けた登録・適用拡大
②農地内外への移 出入阻止技術 の開発・実証	②- 1 植物断片の不 活化技術の開発	(TRL7) ・水中に残存する植物断片を不活化する技術の開発及び製品化	(TRL5) ・UV照射や薬剤等による植物断片の不活化条件の解明 ・植物断片の移出入防止技術の検討・試作	(TRL6) ・UV照射や薬剤等を用いた植物断片の不活化ユニット作製	(TRL7) ・植物断片不活化処理装置の開発
	②- 2 防除後植物の枯死・減容 技術の開発	(TRL6~7) ・除去した植物残さの減容・死滅条件の解明と有効利用に必要な知見の集積 ・侵略的外来種の効率的な処理を促す技術の提案	(TRL5) ・陽熱や副資材等を活用した植物残さの減容および死滅過程の評価	(TRL6) ・植物残さの効率的な減容および確実な死滅条件の解明 ・防除・運搬に取り組む自治体や土地改良区等のヒアリングと課題の抽出	(TRL6~7) ・侵略的外来種の除去から減容、運搬・処理に至る一連の過程の現地実証試験
③水辺における除 草剤の環境動態解析		(TRL6~7) ・侵略的外来種に対する化学的防除の適用性を評価するために必要な知見の集積 ・農業生態系における高効率・低リスク除草剤施用技術の行政への提案	(TRL4) ・侵略的外来種の侵入・定着状況の評価 ・除草剤の有効性および動態把握のためのポット試験 ・侵略的外来種の群落形成条件と除草剤の分解・残留特性の解明	(TRL5) ・同所的に生育する保護対象種の整理 ・モデル水路等を活用した除草剤の有効性および動態把握のためのほ場試験 ・生態リスクの低い除草剤の施用範囲および施用条件の解明	(TRL6~7) ・保護対象種に影響を及ぼさない除草剤施用域のマップ化 ・除草剤を用いた侵略的外来種防除のための現地実証試験 ・高効率・低リスク除草剤施用技術の効果検証と使用手引きの取りまとめ

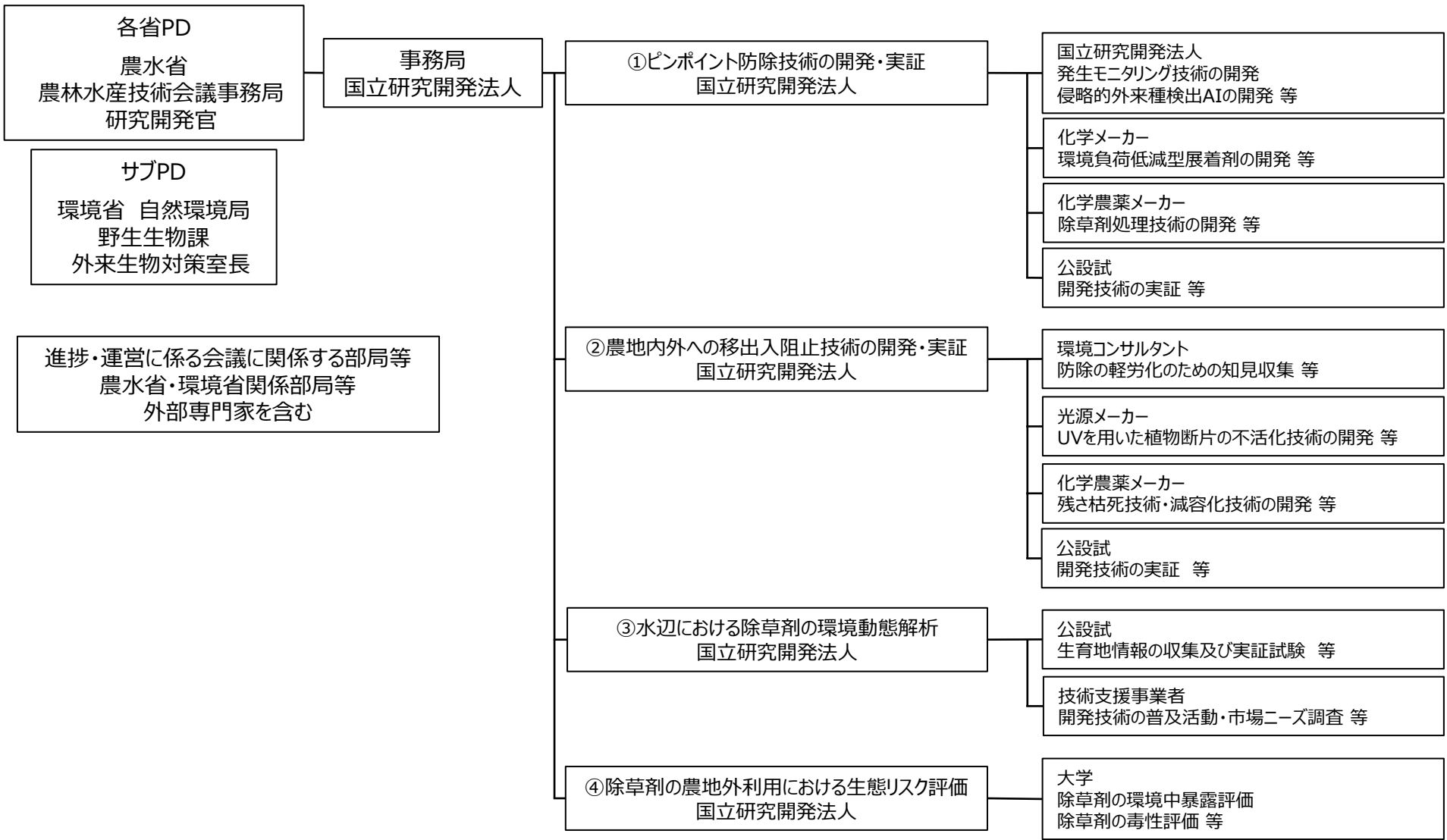
3. 研究開発等の内容・社会実装の目標

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)
④ 除草剤の農地外利用における生態リスク評価	④-1 除草剤の農地外利用における環境毒性評価	(TRL3) (個体・種レベルの毒性評価) ・非標的生物各種の毒性データ収集およびデータベース化 (生態系レベルの毒性評価) ・メソコズム試験による個体群・群集レベルの毒性データ収集および影響解析	(TRL2) (個体・種レベルの毒性評価) ・毒性に関する文献データ収集・整理 ・暴露が懸念される生物種データ収集・データベース化 ・毒性試験法開発 (生態系レベルの毒性評価) ・メソコズム試験文献データ収集・整理 ・メソコズム試験設計	(TRL2) (個体・種レベルの毒性評価) ・毒性試験による各種生物のED50データ収集・整理 (生態系レベルの毒性評価) ・メソコズム試験による各種個体群動態及び群集レベルの変化データ収集・影響解析	(TRL3) (個体・種レベルの毒性評価) ・毒性試験による各種生物のED50データ収集・整理 ・毒性値データベース化 (生態系レベルの毒性評価) ・メソコズム試験による各種個体群動態及び群集レベルの変化データ収集・影響解析 ・データ分析、影響濃度算出
	④-2 除草剤の農地外利用における環境中暴露評価	(TRL3) (環境中濃度調査) ・薬剤濃度の時空間的変動の化学的分析 (環境中濃度予測) ・薬剤濃度の時空間的変動の予測シミュレーションモデル構築	(TRL2) (環境中濃度調査) ・薬剤の環境中動態に関する文献情報収集 ・分析用フィールド試験設計 (環境中濃度予測) ・シミュレーションモデルの構築	(TRL2) (環境中濃度調査) ・土壌中、水中濃度計測、数値データ化 (環境中濃度予測) ・シミュレーションモデルの構築	(TRL3) (環境中濃度調査) ・土壌中、水中濃度分析 ・時空間的変動の調査、分析 (環境中濃度予測) ・シミュレーションモデルに基づく暴露予測
	④-3 除草剤の農地外利用におけるリスク評価	(GRL3) ・①毒性データおよび②暴露予測データに基づく総合的リスク評価	(GRL2) ・国内外の生態系影響データ収集、データベース化 ・国内外における環境基準に関するデータ収集・データベース化	(GRL3) ・国内外の薬剤影響データ収集、データベース化 ・国内外における環境基準に関するデータ収集、データベース化	(GRL3) ・①および②のデータ及びデータベースに基づく農地外利用における除草剤生態リスク評価
	④-4 除草剤の農地外利用に対する社会的受容性評価	(HRL3) ・アンケート調査に基づく社会的受容性の統計的解析	(HRL1) ・アンケート調査体制の整備 ・国内外の社会的受容に係る情報収集・整理 ・アンケート内容の整備	(HRL2) ・被害25都道府県における市区町村および市民に対するアンケート調査実施	(HRL3) ・被害市区町村および未侵入市区町村に対するアンケート調査実施 ・収集データの統計的解析

4. 実施体制

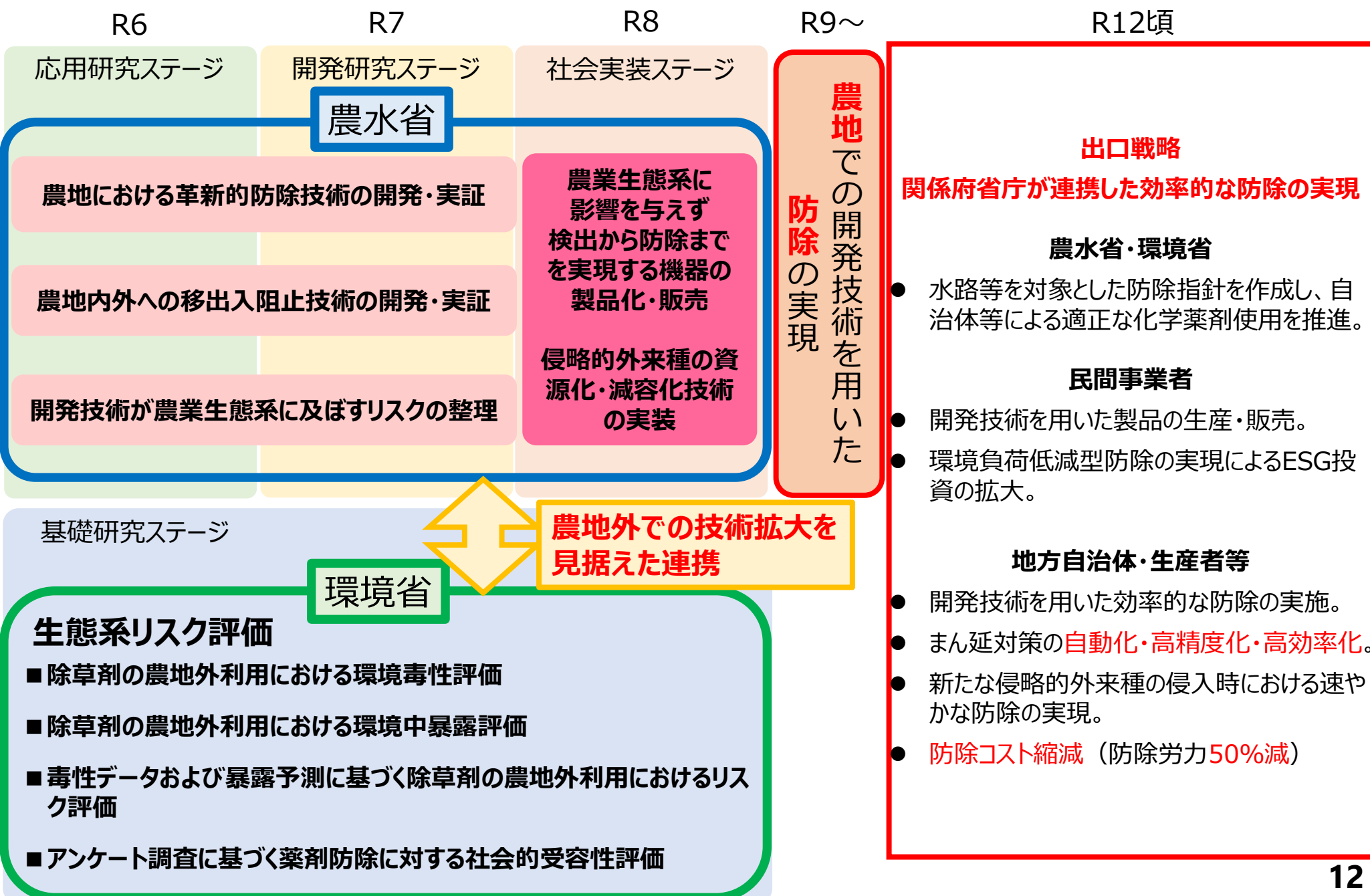
実施体制

(複数の機関が参画する研究機関、公設試、民間事業者については、事業者ごとに記載)



<協力機関候補>
一般社団法人、公益財団法人、機械メーカー、IT企業 等

5. BRIDGE終了後の出口戦略



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】

本課題では、**国立研究開発法人**が、**社会実装を担う民間事業者**や**防除実施者である地方公共団体**（公設試等）とともに総力を挙げて技術開発を行うため、「利活用される製品」が開発される。

参画する農薬や化学、光学、ドローン等の民間事業者及び行政機関に対するヒアリングの結果、侵略的外来種に対する新たな防除技術を開発・社会実装するうえで、自社だけでは解決できない以下の課題（研究開発や技術支援）が重要であると明らかとなっている。本課題では、これらの企業が共同的に研究開発を進めるため、これまでにない企業間のマッチングが起きる。それに伴い、新たに創出される研究開発投資誘発効果は**20億円以上**と試算される。

● 農薬・化学・ドローンの各事業者の連携

- ①ドローン等を用いた薬剤処理を拡大するために搭載機器（散布ノズル等）の開発（**2億円以上**）。
- ②ドローン等を用いた処理が可能な薬剤の拡充（**3億円以上**）。
- ③ドローン等による薬剤散布時に発生するドリフト（過剰な散布）を抑制する展着剤等の開発（**6億円以上**）。

● 環境コンサルタント・ドローン・農薬・化学の各事業者の連携

- ④AIを活用した侵略的外来種の好適生息地の予測技術の開発（**5億円以上**）
- ⑤ドローン等を用いた薬剤散布時に問題となる操縦者技術の平準化・育成のためのライセンスプログラム等の作成（**1億円以上**）。

● 農薬・化学の各事業者の連携

- ⑥除草剤に対する新たな環境毒性評価技術の開発（**3億円以上**）。

また、本課題では、侵略的外来種に対する効率的な防除技術を開発し、地方公共団体の財政支出の効率化に貢献する。具体的には、人命の危機や防除費用・労力の軽減の実現に貢献する。

例えば、千葉県の印旛沼水系では、ナガエツルノゲイトウが原因となる揚排水機場の減量運転や緊急停止が年平均1度以上発生している。その防除に幹線水路1kmあたり1000万円を要することが明らかとなっている。そのほか、**水利施設における被害額は40億円以上**と試算されている。

ナガエツルノゲイトウ等の侵入に苦しむ各県では当初予算では不足し、令和5年度の補正予算として、茨城県では9900万円、千葉県では1億900万円、兵庫県では4000万円（R5補正予算）を追加している。これら都道府県の侵略的外来種防除に係る支出の縮減に貢献する。

【民間からの貢献額（マッチングファンド）】

- ・本施策による研究開発予算の30%以上の人的・物的支援の供出及び開発技術の社会実装を民間事業者の参画条件とする。
- ・研究コンソーシアムには、知的財産に関するオープンクローズ戦略の策定を必須とし、開発される技術については民間事業者適切な事業戦略を確立のうえ、社会実装する。