

課題番号4G-2101

体系番号：JPMEERF20214G01

マイクロカプセル化わさび成分によるヒアリのコンテナ貨物侵入阻止とシリコン樹脂充填によるコンテナヤードでのヒアリ営巣阻止技術の確立と応用

重点課題：⑬ 生物多様性の保全に資する科学的知見の充実や対策手法の技術開発に向けた研究

行政ニーズ：(4-3) 侵略的外来種の早期発見・早期防除技術の開発

研究代表機関：兵庫県公立大学法人兵庫県立大学

研究分担機関：国立研究開発法人国立環境研究所

研究代表者：橋本 佳明 (兵庫県立大学)

研究分担者：三橋弘宗 (兵庫県立大学)

研究分担者：坂本洋典 (国立環境研究所)

研究実施期間：令和3年度～令和6年度

1. 研究背景等

2017年5月26日 特定外来生物ヒアリの 国内初侵入が兵庫県で確認される

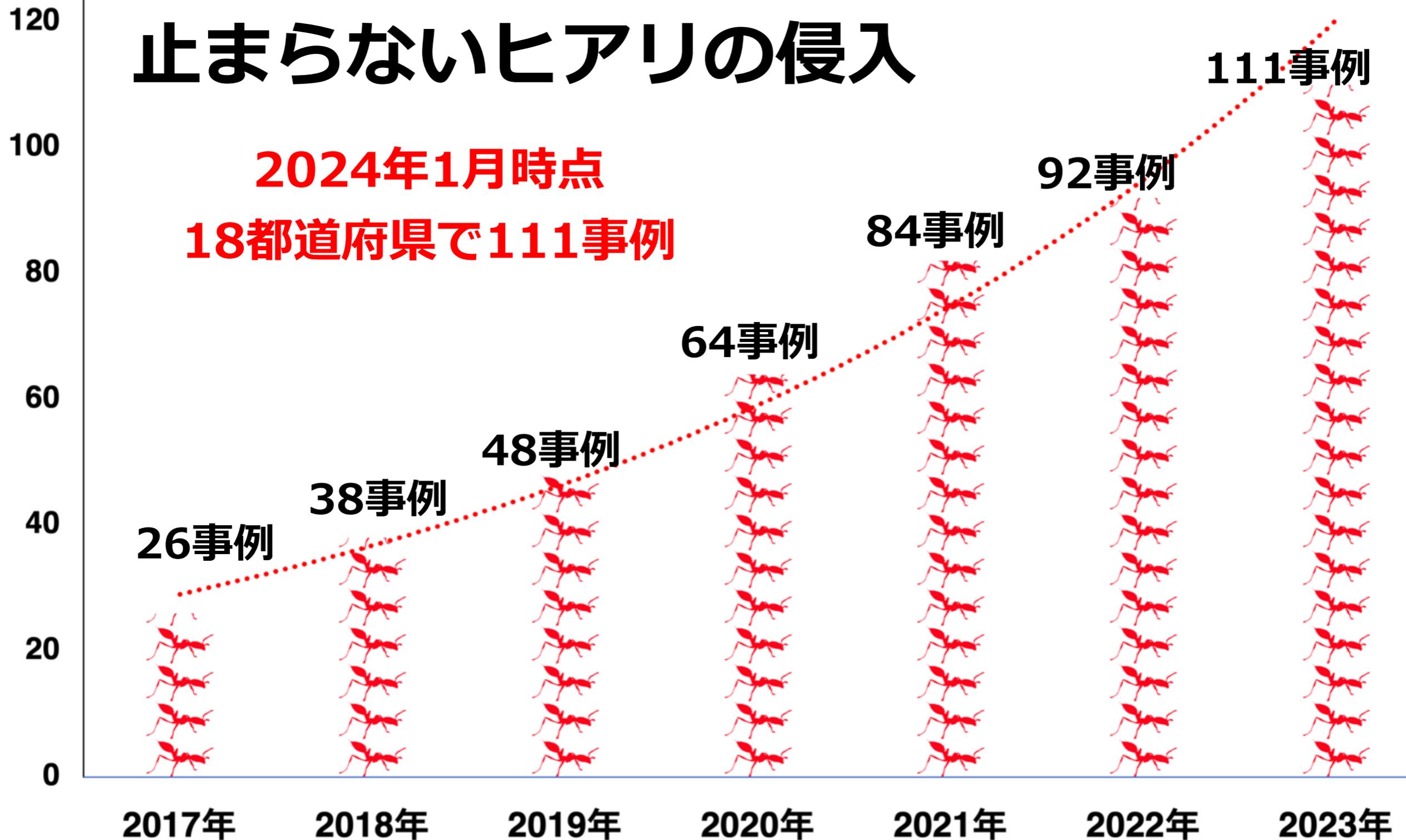


“女王アリと働きアリ800匹以上，有翅メス・オスアリ，サナギ，幼虫，卵を含むコロニー”

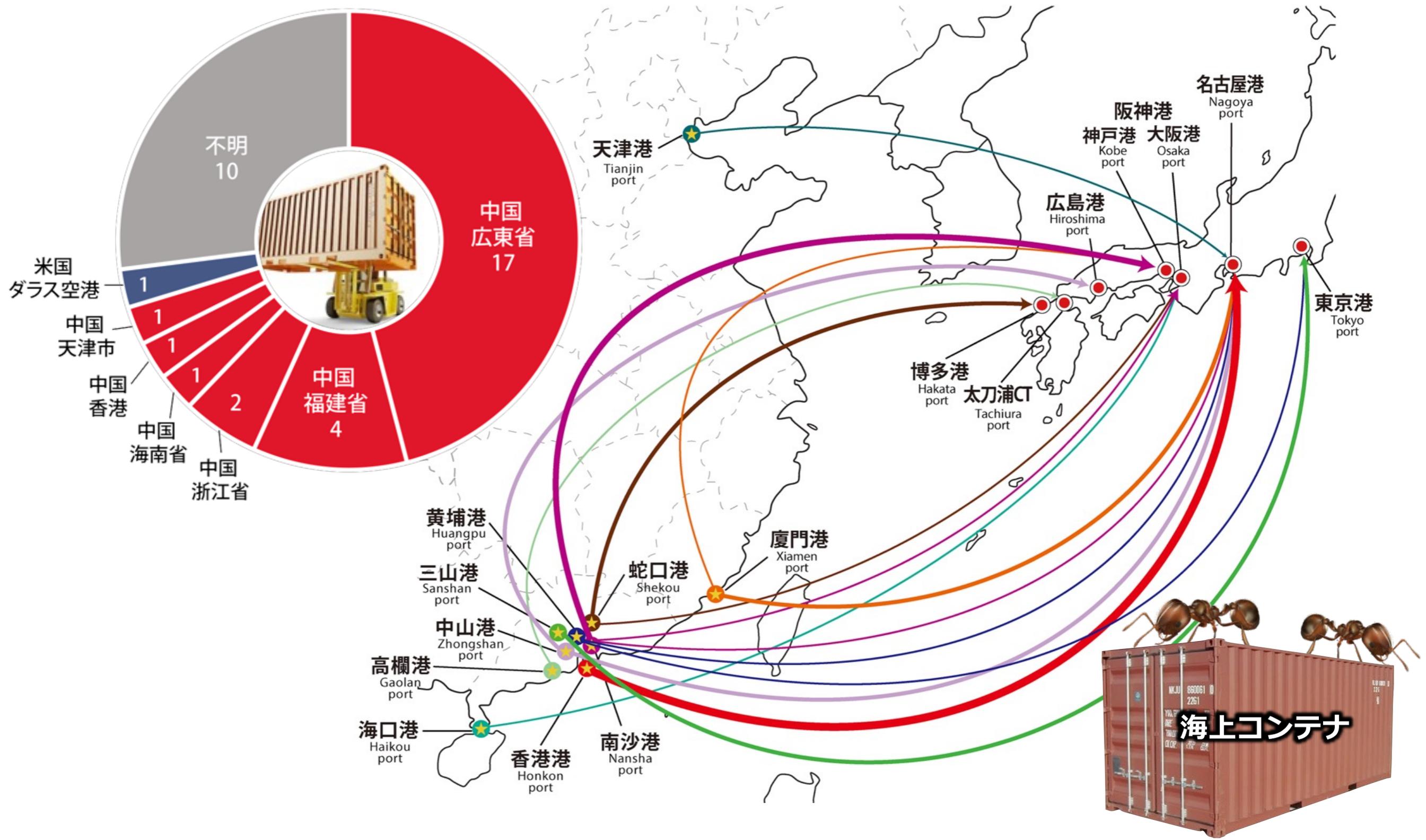
累積ヒアリ侵入確認件数

止まらないヒアリの侵入

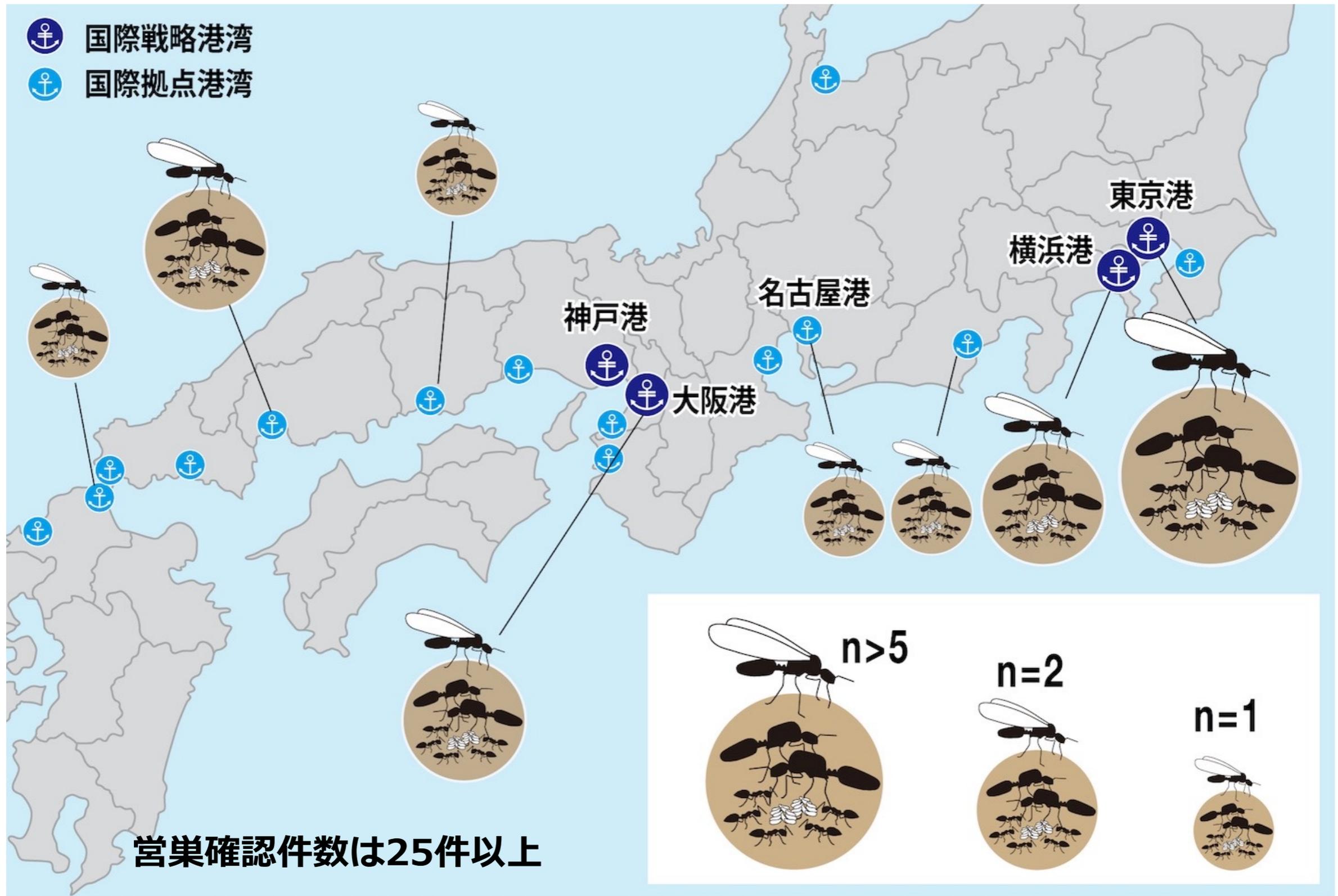
2024年1月時点
18都道府県で111事例



ヒアリ侵入は中国からのコンテナ



日本各地の主要港湾でヒアリが営巣

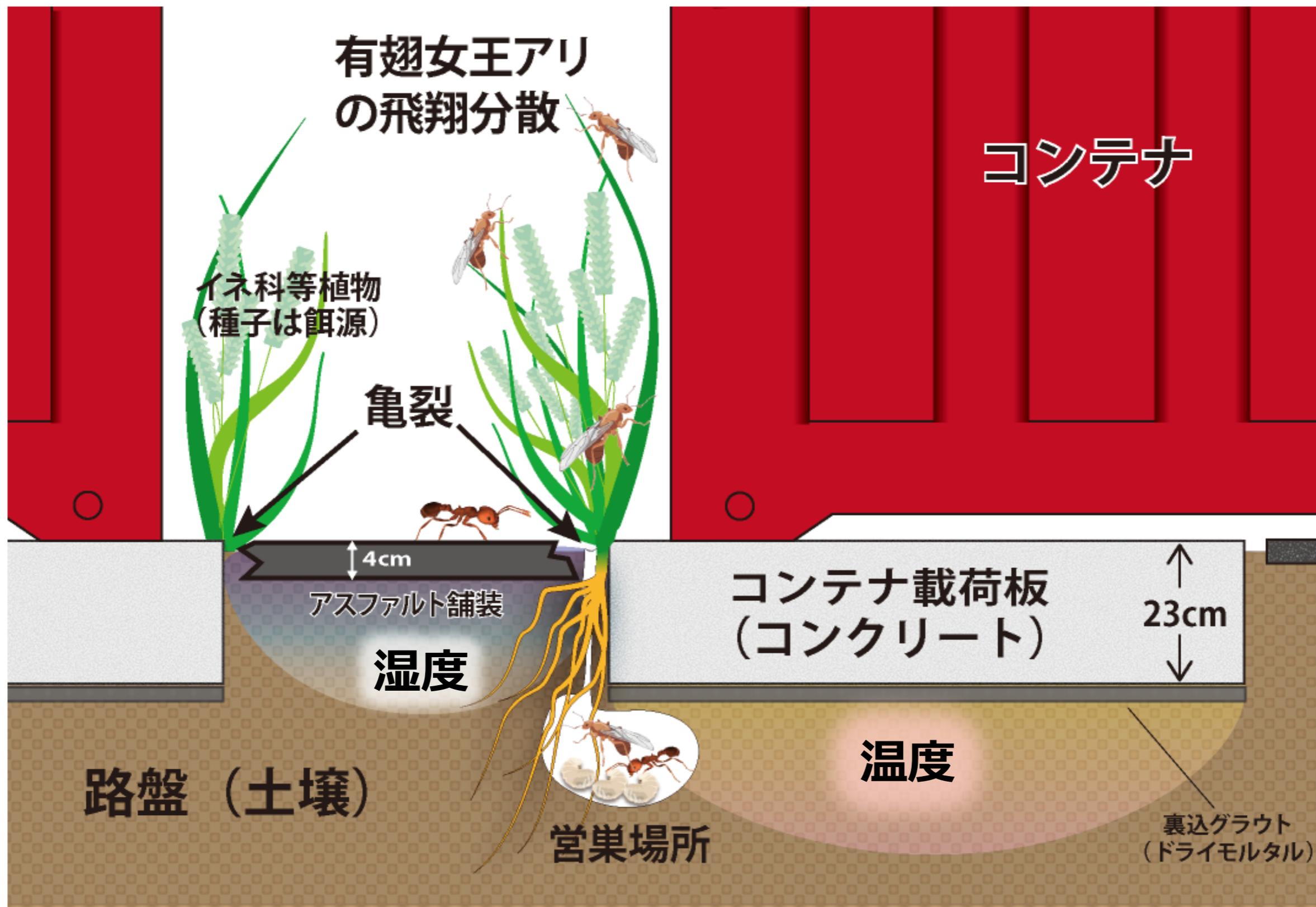


コンテナヤード



364日・24時間稼働している主要港湾のコンテナヤードでは、大規模な補修工事は不可能で、舗装面に経年劣化が生じている

未補修コンテナヤードはヒアリの好営巣場所



港湾の後背地は大都市圏

人口密集地でヒアリの定着が起こる最悪のシナリオ



このまま海上コンテナによるヒアリの侵入とコンテナヤードでのヒアリ営巣が続けば、国内定着の恐れが

環境省

ヒアリを「要緊急対処特定外来生物」に指定

輸入された物品等に付着して**ヒアリ**が国内に侵入する事例が**近年増加**

「**定着しそうなギリギリの段階**」
であり、**対策の強化が急務**



特定外来生物全般に対する**規制権限**（立入権限や輸入品等の検査対象）を**拡充**

発見し次第、緊急の対処が必要なものについては「**要緊急対処特定外来生物**」(*)として政令で指定し、より強い**規制権限**（通関後の検査や移動の禁止等）がかかる**枠組み**を創設

※国内に侵入・拡散すると著しい被害を及ぼす**ヒアリ類**を想定

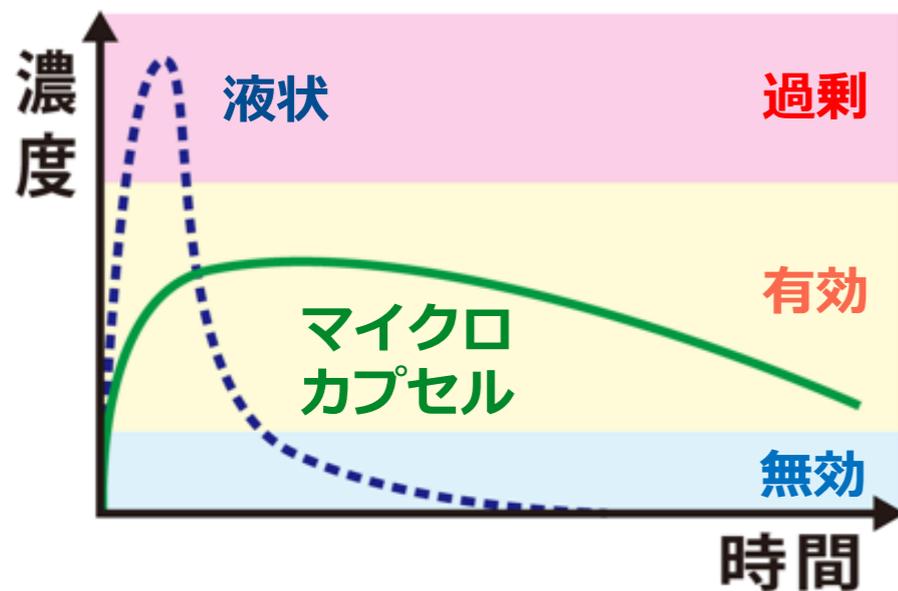
マイクロカプセル化わさび (mAITC)

ポリエチレン樹脂にAITCを包埋

わさび成分(AITC)は高揮発性, 高刺激性の溶液

徐放性

利便性



AITCの放出期間や濃度などを調整可能

AITCの刺激性を緩和できる

梱包資材として取り扱える



その高い揮発性と刺激性をコントロールできれば, 食品から機械部品まで様々な貨物を運ぶ海上コンテナのヒアリ忌避剤として最適 (mAITC本体のヒアリ忌避・燻蒸殺虫効果は検証済み)

□ HASHIMOTO, Y., et al. Preliminary test of repellency of microencapsulated allyl isothiocyanate against *S. invicta* using bait traps in Taiwan. Appl Entomol Zool, 2019, 193-196.

シリコン樹脂の特性と従来の亀裂補填技術



安定性と無毒性

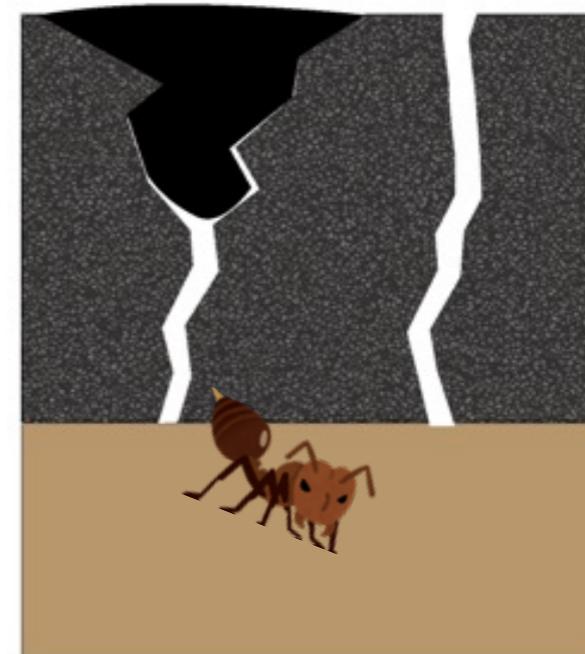


高浸透と伸び率



簡便性と速乾性

アスファルト系注入剤



- 粘性が高く、亀裂の充填には不適
- 加熱式注入機などの大型機材が必要
- 硬化充填材は有機溶剤を使用

24時間稼働しているコンテナヤードでの亀裂補填には、安全で短時間に施工できるシリコン樹脂による亀裂補填法を開発、確立する必要がある

2. 研究開発目的

本研究の開発目的は、以下の二つのサブテーマを設けて、ヒアリ導入・定着前防除技術の確立し、ヒアリの国内定着を阻止するものである。

サブテーマ1：シリコン樹脂充填によるコンテナヤードでのヒアリ営巣阻止技術の開発と確立

サブテーマ2：マイクロカプセル化わさび成分によるヒアリのコンテナ貨物侵入阻止技術の開発と確立

3. 研究目標及び研究計画

サブテーマ1：シリコン樹脂充填によるコンテナヤードでのヒアリ営巣阻止技術の開発と確立

- 1. 環境省の協力のもと、実際にコンテナヤードで調査を行い、ヤードでの亀裂補填に求められるシリコン樹脂の条件を明らかにする**
- 2. その結果に基づいて、ヤード亀裂補填に最適なシリコン樹脂の開発と改良に取り組む**
- 3. さらに、環境省の協力のもと、複数の港湾で新規開発したシリコン樹脂を用いた亀裂補填の実験施工を行い、その施工法を確立する**
- 4. また、コンテナヤードでの調査や本成果から、港湾地区の外来種バイオセキュリティ向上に貢献できる発信を行う**

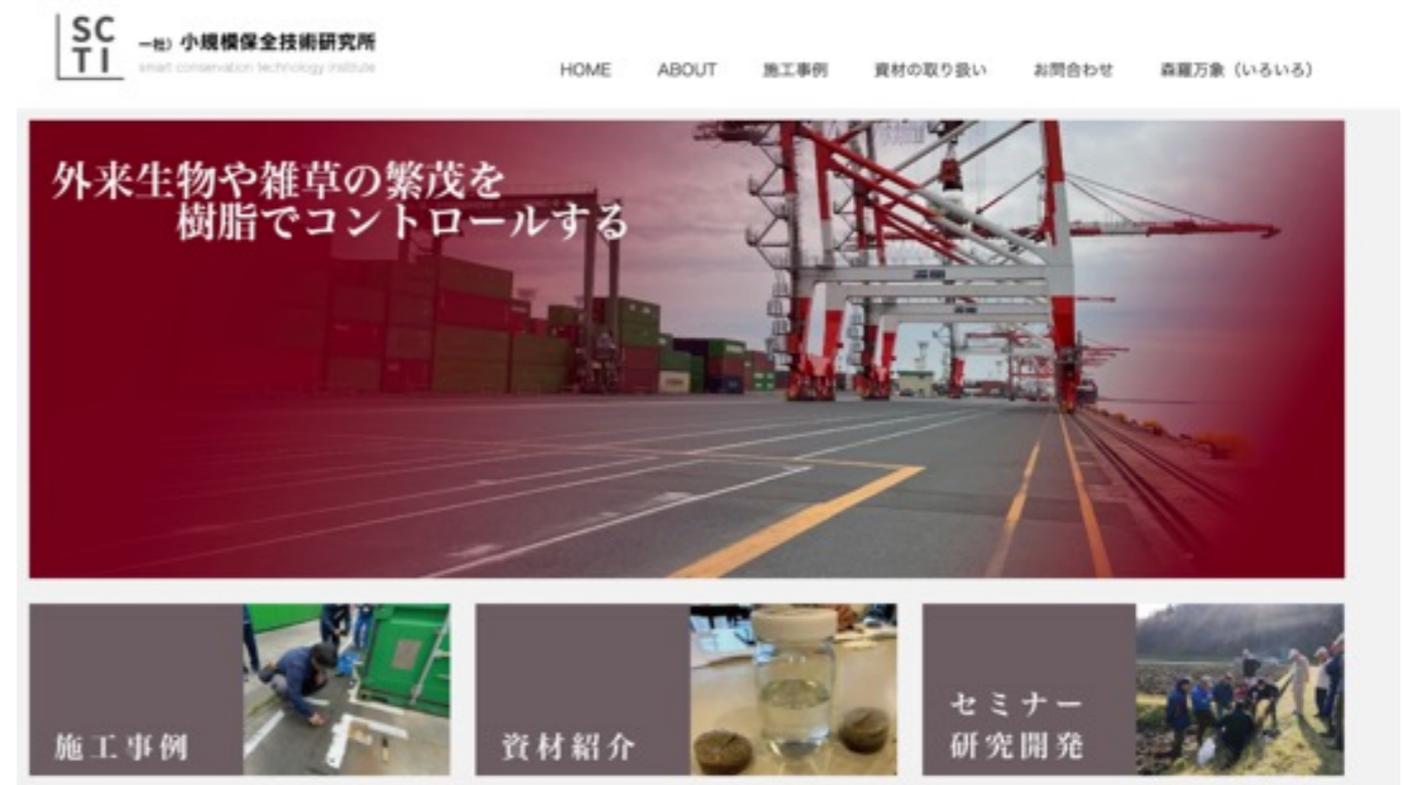
3. 研究目標及び研究計画

サブテーマ2：マイクロカプセル化わさび成分によるヒアリのコンテナ貨物侵入阻止技術の開発と確立

1. コンテナ貨物で使われる段ボール箱でもマイクロカプセル化わさび成分（mAITC）がヒアリの忌避剤として有効に作用するかを実験検証する
2. 実物の海上コンテナを使って、ヒアリのコンテナ貨物への忌避剤としてのmAITC有効性を実験検証する
3. 環境省の協力のもと、輸入業者からのコンテナ貨物へのmAITC梱包方法などの要望も収集して、mAITCによるヒアリのコンテナ貨物侵入阻止技術を確立する
4. AITCはヒアリだけでなく、様々な生物に忌避や燻蒸効果があるので、本成果をコンテナに付随して非意図的に侵入する外来生物全般の対策に貢献できるように発信を行う

4. 研究開発内容（サブテーマ1）

- 低粘度で安全性が高く、短時間で硬化し、可燃性の有機溶媒や危険物、生理活性生物を含まず、かつ高い耐候性を有するシリコン樹脂を開発し、特許を出願した
- 新規開発したシリコン樹脂は、広く使用できるように、商品名 Nicheとして一般社団法人小規模保全技術研究所 (<https://conservation-tec.org/>) から販売した



4. 研究開発内容（サブテーマ1）

- 環境省とともに、東京港をはじめ、ヒアリの営巣が確認された10港湾のコンテナヤードで、シリコン樹脂による亀裂補填の実験施工を行い、その施工法を確立し、マニュアル化して公表し（<https://youtu.be/Gm30coJjUGw?si=qIHBar8nyqO-orXz>）



コンテナヤードの1レーンを60分で施工

充填材（硅砂等）を使用することで、シリコン樹脂の使用量を削減

4. 研究開発内容（サブテーマ1）

- コンテナヤードでの調査から、ヤード亀裂から雑草が繁茂して、ヒアリをはじめ外来生物が生息できる環境となっていることが明らかになった
- シリコン樹脂の亀裂補填施工3年後でも雑草繁茂を完全に防ぐことが検証でき、本技術がヒアリ営巣阻止だけでなく、港湾地区の外来種バイオセキュリティ向上にも貢献できることを明らかにできた

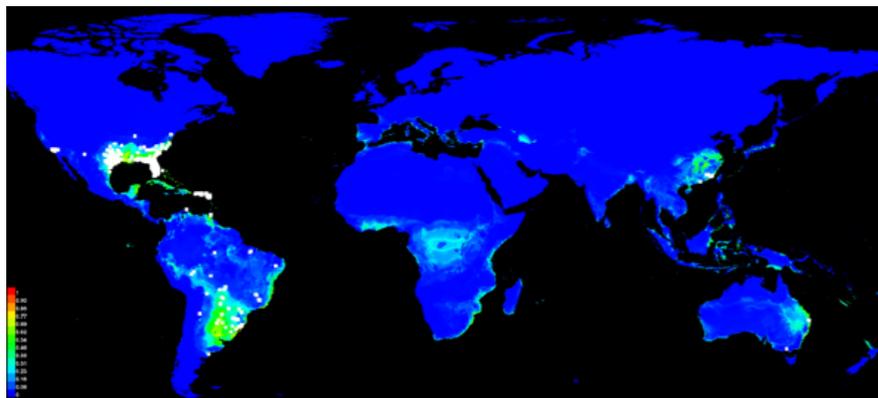


4. 研究開発内容（サブテーマ1）

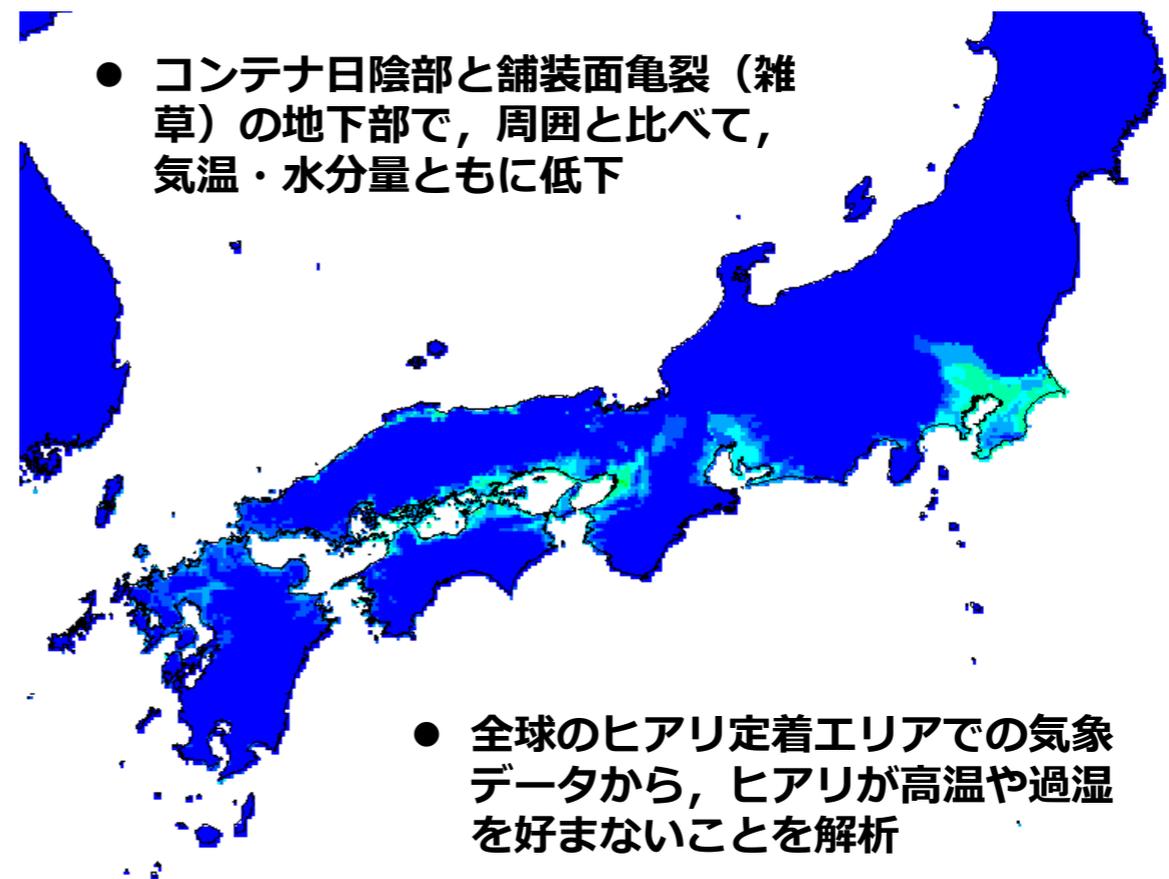
- コンテナヤードの路面や亀裂，雑草繁茂箇所等の温度と水分を計測し，ヤード内のヒアリの生息適地モデルを構築。その結果から港湾の外来種に対するバイオセキュリティ向上に，亀裂補填や防草が重要であることを明らかにした



自動記録式電子温度計・水分含量計でヤード内の微環境を計測



そのデータを全球のヒアリに関する分布情報と気候データと比較



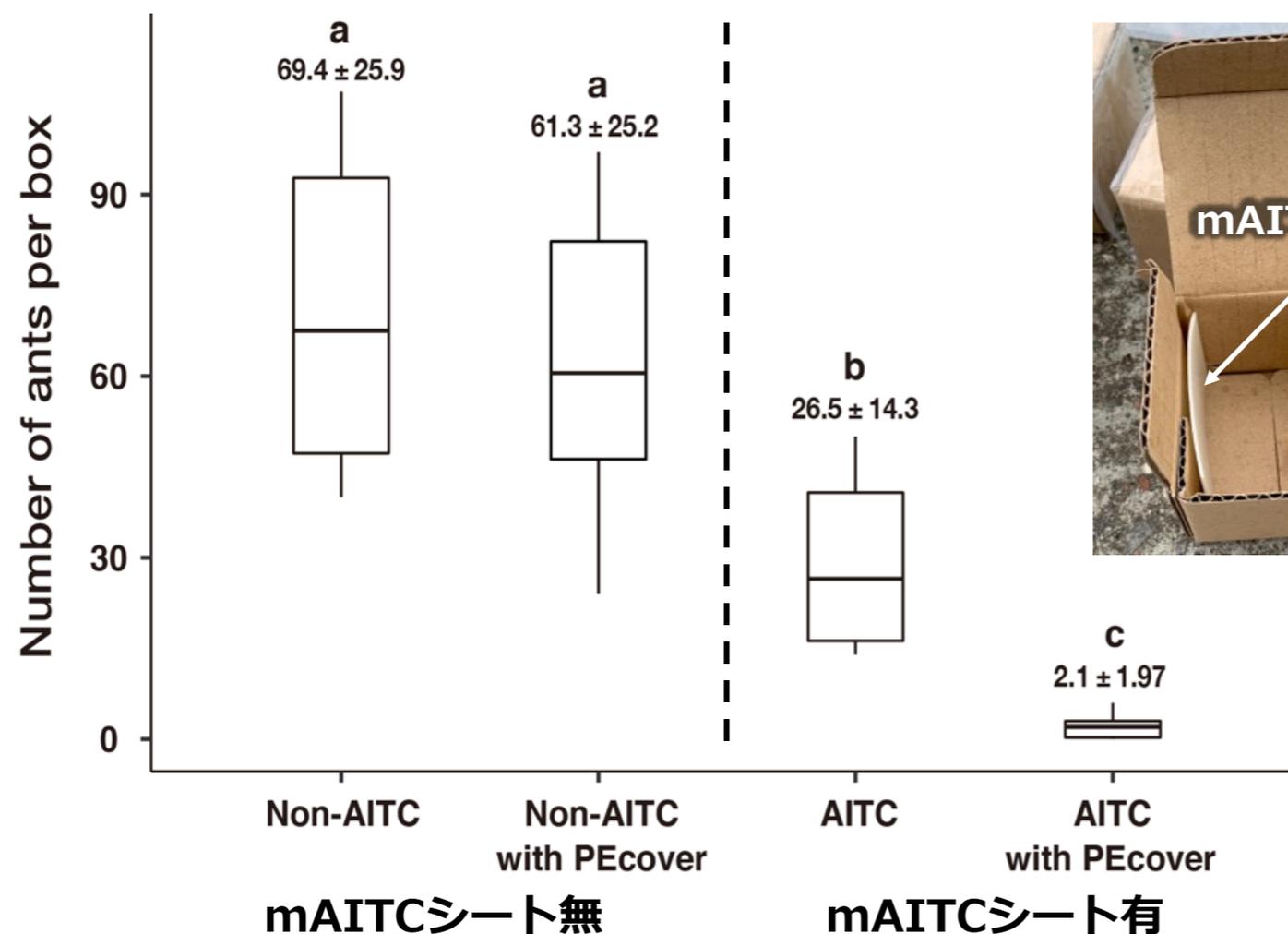
- コンテナ日陰部と舗装面亀裂（雑草）の地下部で，周囲と比べて，気温・水分量ともに低下

- 全球のヒアリ定着エリアでの気象データから，ヒアリが高温や過湿を好まないことを解析

港湾エリア微気象データを活用したヒアリ定着リスク評価地図：水色部分がリスクの高い場所を示しており，港湾地区がヒアリ定着可能性が高いことが分かる

4. 研究開発内容（サブテーマ2）

- ヒアリが定着している台湾で、マイクロカプセル化わさび成分（mAITC）の徐放性が、コンテナ貨物輸送で最も使われる段ボール箱においてもヒアリの忌避剤として有効に作用することを検証した。



気密性が低い段ボール箱でも、mAITCが有するガス徐放性によって、箱内のAITCガス量が一定期間維持され、ヒアリ忌避効果が発揮されることが分かった

- Hashimoto Y., Sakamoto H., Asai H., Yasoshima M, Lin H-M., Goka K. (2022) “Effectiveness of allyl isothiocyanate microencapsulated in polyethylene as a repellent against *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae) infestation of corrugated cardboard boxes” *Appl Entomol Zool* 57, 257–262 (2022). <https://doi.org/10.1007/s13355-022-00779-5>

4. 研究開発内容（サブテーマ2）

- 海上コンテナ輸送では、コンテナは荷出しまで扉が封印される。実際の海上輸送と同条件下で、ヒアリ忌避に有効なmAITCガス量等を検証するため、コンテナ外部から開封せずに、内部のAITCガス量を計測する方法を開発した。



段ボール箱にシリコン細管を設置



細管を扉ゴムパッキングに設置して閉じる



検知管

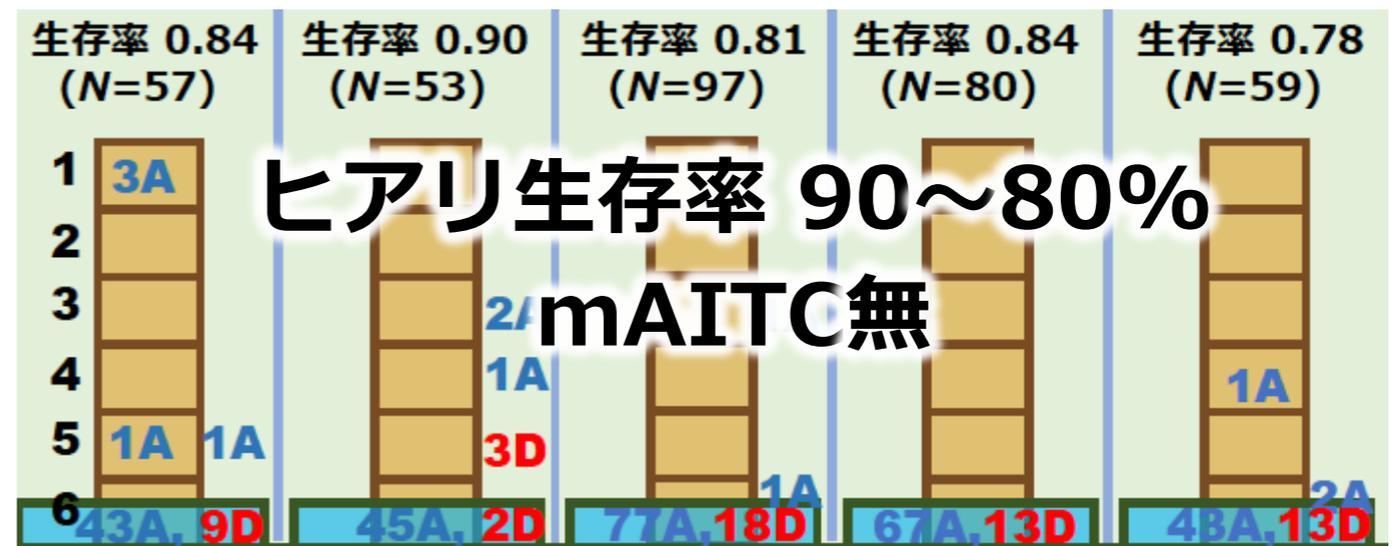
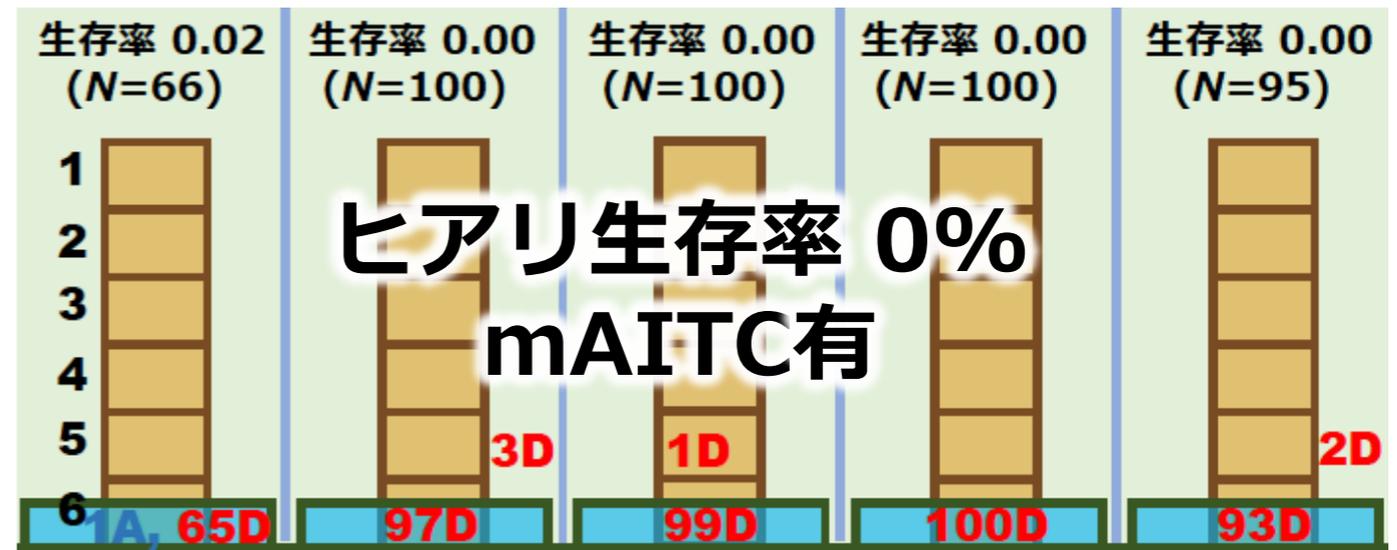


コンテナ外から検知管を用いて内部ガス量を測定



4. 研究開発内容 (サブテーマ2)

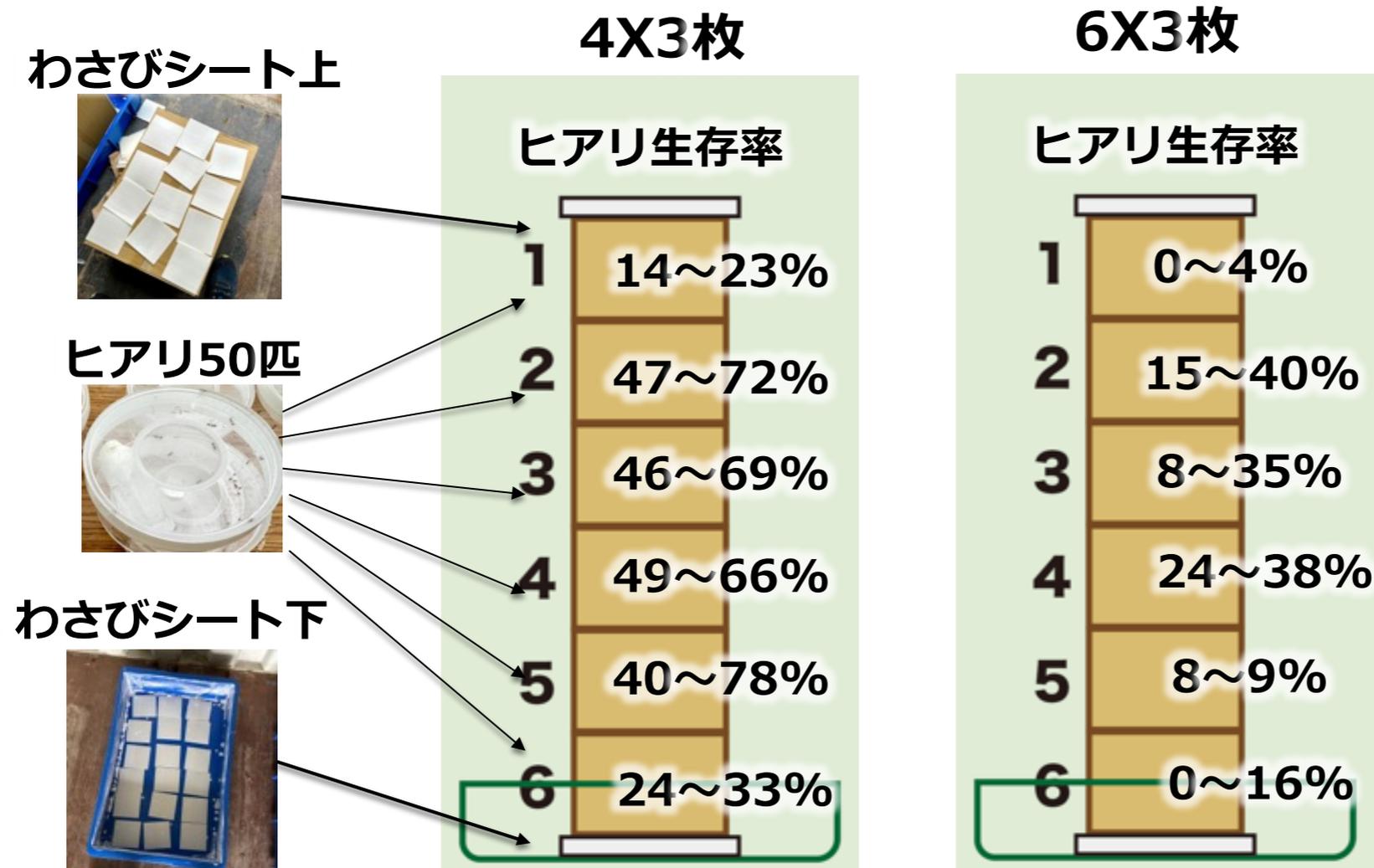
- ヒアリが定着している台湾で、段ボール箱を積載した実物コンテナを使って、各段ボール箱に設置したmAITCがコンテナでも強力なヒアリの忌避（燻蒸殺虫）効果を示すことを実証した。



中国からの平均的な輸送期間である7日後にコンテナを開封

4. 研究開発内容 (サブテーマ2)

- 環境省とともにコンテナ輸入業者と実際にmAITCをコンテナに使用するモデル事業を実施。輸入業者からmAITC設置法の簡便化の要望と貨物への匂い移りの懸念を受けた。そこで、貨物の外側に設置してもヒアリ忌避効果が得られることを実証した。さらに、貨物への匂い移りも起こらないことも確認した。

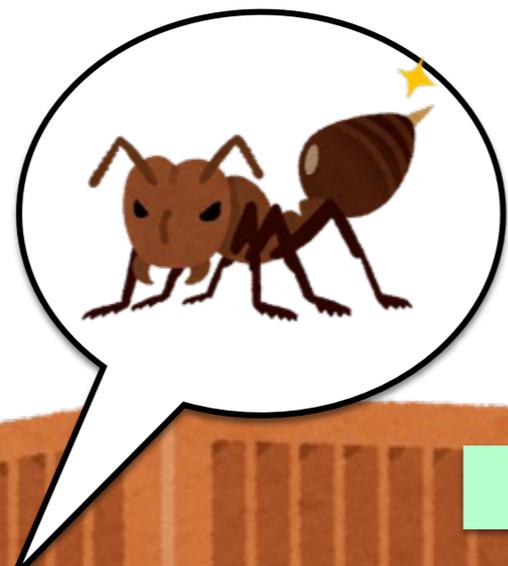


木製品、布、お茶パックをmAITCとともに梱包し、わさびの匂い移りが生じないことを、嗅覚鑑定士による官能評価で確認

4. 研究開発内容（サブテーマ2）

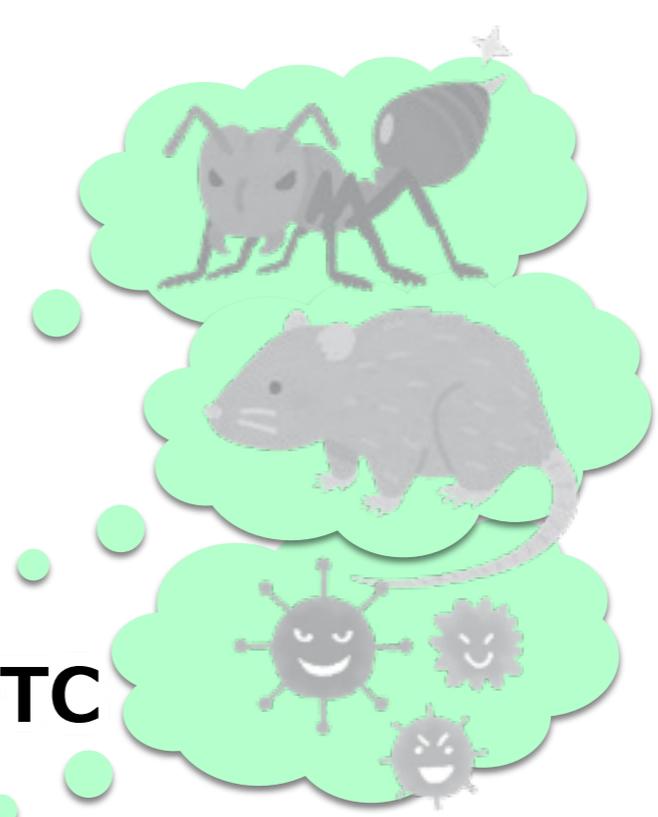
- AITCはヒアリのような昆虫だけでなく、節足動物、脊椎動物や植物、菌類など広い範囲の生物にも忌避や燻蒸効果を有している。海上コンテナを介した外来種導入率の削減に貢献可能であること念頭に、本技術のマニュアル化を実施した

海上コンテナは輸送中に結露が起こりやすい



ヒアリ
水分供給ある場合、
80%>の個体が
7日間生存可能

mAITC



外来種の一括燻蒸

mAITCは湿度に反応して、ガスを放出

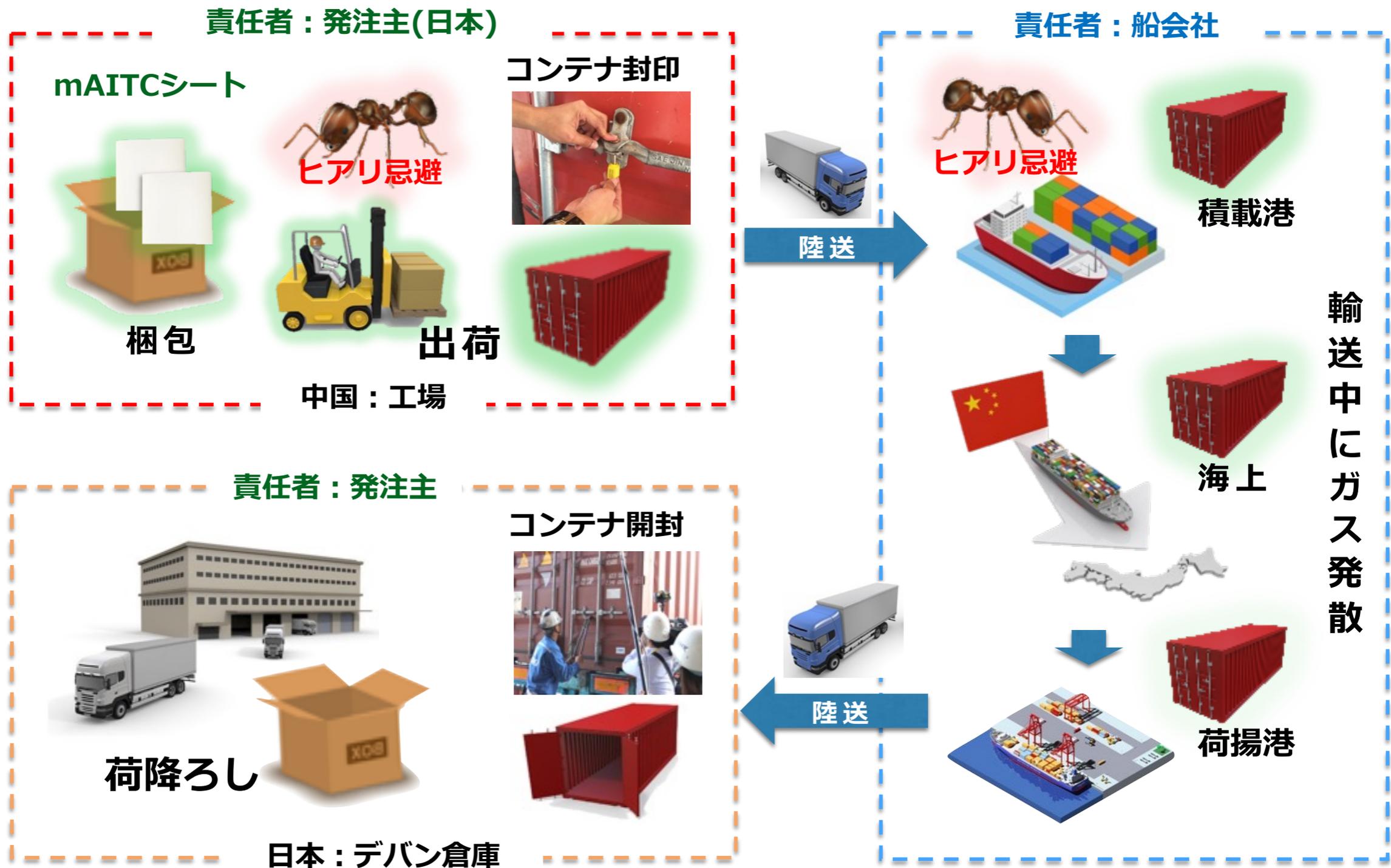
5. 結果及び考察（サブテーマ1）

- 新開発したシリコン樹脂によるコンテナヤード亀裂補填法を確立できた。その施工は専門知識や特殊機材が不要で、短時間で完了できるため、24時間稼働しているヤードでも実施できる。さらに高い防草性を有しているため、港湾地区の外来種バイオセキュリティ向上にも貢献できる。



5. 結果及び考察（サブテーマ2）

- mAITCによるヒアリのコンテナ貨物侵入阻止のスキームを確立できた（他の外来種でも活用可能）



6. 目標の達成状況と環境政策等への貢献

(1) 達成状況：2. 目標を上回る成果をあげた

サブテーマ1

- 超低粘度で浸透性が高く、可燃性の有機溶媒や危険物、生理活性物質を含まず安全性で、かつ高い耐候性と施工性（短時間硬化）を有する一液性シリコン変性樹脂を開発できた（特許出願済）
- さらに、新規開発したシリコン樹脂は、商品名Nicheとして「一般社団法人小規模保全技術研究所から販売し、広く使用できるようにできた。
- 環境省とともに、東京港を初め、ヒアリの営巣が確認された国内の主要な10港湾で実験施工を行い、コンテナヤードの1レーンを1時間以内で補填できるなどの施工法を確立できた。
- さらに、シリコン樹脂による亀裂補填技術が、環境省「ヒアリの防除に関する基本的考え方 Ver.3.2」や国土交通省「R3港湾局におけるヒアリ対策について」、中部地方整備局 港湾・空港部「四日市港ヒアリ類対策マニュアル」、阪神港海上コンテナ協会「港湾におけるヒアリ対策指針」等で掲載された。

サブテーマ2

- mAITCがコンテナ貨物で使われる段ボール箱でもヒアリの忌避剤として有効に作用することを検証できた。
- 実際の海上輸送では、コンテナは荷出しまで扉が封印されている。海上コンテナ輸送でヒアリ忌避に有効なmAITCの量や梱包方法等を検証するために、封印されたコンテナ内部のAITCガス量を計測する方法を開発できた。
- ヒアリが定着している台湾で、段ボール箱を積載した実物コンテナを使って、中国からの輸送期間7日、各段ボール箱に設置したmAITCがヒアリの忌避（燻蒸殺虫）に有効なガス濃度を維持できることを実証できた。
- さらに、環境省とともにコンテナ輸入業者と実際にmAITCをコンテナに使用するモデル事業を実施し、mAITC設置法の簡便化や貨物への匂い移りの懸念などの輸入業者からのフィードバックを収集。それを受けて、各段ボール箱にmAITCを梱包するだけでなく、貨物の外側に設置するだけでもヒアリ忌避効果が得られることをや貨物への匂い移りが無いことを確認し、より実用性の高いmAITCの使用法も確立できた。

(2) 環境政策等への貢献

- **新規開発したシリコン樹脂が高い防草性を有していることを実証できた。コンテナヤードでは亀裂から雑草が繁茂し、ヒアリの営巣だけでなく、海上コンテナで導入される外来種が生息できる環境になっている。本推進費で開発・確立したシリコン樹脂によるヤード亀裂補填技術は、ヤードの除草にも有効で、港湾地区の外来種に対するバイオセキュリティ向上に貢献できる成果である**
- **海上コンテナ内は結露が起こりやすく、輸送中に内部が高湿になることが知られている。mAITCは湿度が高いほど放出されるガス量が増える性質を有しており、また、AITCガスはヒアリのような昆虫だけでなく、脊椎動物や菌類など広い範囲の生物に忌避や燻蒸効果を有している。本推進費で開発・確立したmAITCによるコンテナ貨物へのヒアリ侵入阻止技術は、海上コンテナを介した外来種導入率の削減に貢献できる成果である。**

7. 研究成果の発表状況

(1) 成果の件数

成果の種別	件数
査読付き論文：	1
査読付き論文に準ずる成果発表（人文・社会科学分野）：	0
その他誌上発表（査読なし）：	7
口頭発表（国際学会等・査読付き）：	3
口頭発表（学会等・査読なし）：	17
知的財産権：	1
「国民との科学・技術対話」の実施：	77
マスコミ等への公表・報道等：	8
研究成果による受賞：	0
その他の成果発表：	1

(2) 誌上発表

<査読付き論文>

成果 番号	【サブテーマ1】の査読付き論文
	該当なし

成果 番号	【サブテーマ2】の査読付き論文
6	Hashimoto Y., Sakamoto H., Asai H., Yasoshima M, Lin H-M., Goka K. (2022) Effectiveness of allyl isothiocyanate microencapsulated in polyethylene as a repellent against <i>Solenopsis invicta</i> (Hymenoptera: Formicidae). infestation of corrugated cardboard boxes Appl Entomol Zool 57, 257-262. https://doi.org/10.1007/s13355-022-00779-5

<査読付き論文に準ずる成果発表（人文・社会科学分野）>

成果 番号	【サブテーマ1】の査読付き論文に準ずる成果発表（人文・社会科学分野）
	該当なし

成果 番号	【サブテーマ2】の査読付き論文に準ずる成果発表（人文・社会科学分野）
	該当なし

<その他誌上発表（査読なし）>

成果 番号	【サブテーマ1】のその他誌上発表（査読なし）
2	三橋弘宗（2022）博物館の標本保存技術，道路の防草や漏水防止に応用．コンバーテック 590:10-15. 施工ガイドとなる動画についてもYouTubeにて配信. https://www.youtube.com/watch?v=dUpa6aWVdYk
3	三橋弘宗（2023）プライマー不要，流し込むだけの変性シリコン．現代農業12月号:67.

成果 番号	【サブテーマ2】のその他誌上発表（査読なし）
4	坂本洋典・久本峻平・橋本佳明・五箇公一（2022）ヒアリ対策最前線（前編）．昆虫と自然 57(2):24-28.
5	坂本洋典・久本峻平・橋本佳明・五箇公一（2022）ヒアリ対策最前線（後編）．昆虫と自然 57(5):35-37
6	坂本洋典（2023）至近に迫る人を刺す外来社会性昆虫！！ヒアリとツマアカスズメバチ．環動昆（34(4), 131-136)
7	坂本洋典（2023）ヒアリ対策の状況．ペストコントロール（196, 4-9)
8	Hironori SAKAMOTO (2024) Fire ants and Argentine ants. In Medical Entomology in Asia - Special Issue on Japan and Neighboring Asian Countries -. Springer, 310pp (受理済 2024年8月刊行予定)

(3) 口頭発表

<口頭発表（国際学会等・査読付き）>

成果 番号	【サブテーマ1】の口頭発表（国際学会等・査読付き）
9	Yoshiaki HASHIMOTO, Hironori SAKAMOTO, Hiromune MITSUHASHI et. al: ICE2024 Kyoto: 「Shoot Fire Ants with Wasabi and Silicone: The Current State of <i>Solenopsis invicta</i> Invasion in Japan and Novel Countermeasures to Protect Global Trade”

成果 番号	【サブテーマ2】の口頭発表（国際学会等・査読付き）
10	Hironori SAKAMOTO, Yoshiko SAKAMOTO, Nobuyoshi NAKAJIMA, Koichi Goka: International Union for the Study of Social Insects (2022) Establishing measures to control invasive alien insect species in Japan

11	Hironori SAKAMOTO (2022) FAOPMA PEST SUMMIT 2022 KYOTO JAPAN Status of Invasion of the red imported fire ant <i>Solenopsis invicta</i> in Japan and development of control systems. (招待講演)
----	--

<口頭発表（学会等・査読なし）>

成果番号	【サブテーマ1】の口頭発表（学会等・査読なし）
12	三橋弘宗：自然環境共生技術研究会／環境省（2021）オープンなデータと小さな自然再生と緩やかな保護区.
13	三橋弘宗：第69回日本生態学会（2022）フォーラム「外来生物対策のこれまでとこれから～外来生物法改正を視野に入れて」：農家の収益を左右する外来生物.
14	三橋弘宗：隙間除草技術講習会および除草フォーラム（2022）博物館の標本保存技術を道路や港湾の防草に活かす.（兵庫県県土整備部主催）
15	三橋弘宗：バイオエコノミー研究会（2022）持続可能な暮らしを支える共創型の小規模環境技術が果たす役割. 神戸大学／オンライン
16	三橋弘宗：日本生態学会第70回大会（2023）自然史とデータ活用を支えるプラットフォーム（JBON集会：生物多様性観測の未来）.
17	三橋弘宗（2024）シリコン変性樹脂を用いたアスファルトクラックの充填による防草防虫に関する技術，環境研究・技術開発 新技術説明会，JST (https://shingi.jst.go.jp/list/list_2023/2023_erca.html#20240201P-004)
18	三橋弘宗：日本生態学会第71回大会（2024）自然史研究の裾野はどのように広げることができるか？（JBON集会：生物多様性の調査・解析・連携のニーズと未来）.
19	三橋弘宗：第39回環境問題研究助成ワークショップ（2024）「自然資本管理のすすめ方：～多様なセクターの参加による自然資本管理のための論理と技術～.

成果番号	【サブテーマ2】の口頭発表（学会等・査読なし）
20	坂本洋典：信州昆虫学会・信州大学理学部 2021年度公開シンポジウム「信州における外来昆虫の侵入状況と今後の対策」，侵略的外来アリの生態とその防除：特定外来生物ヒアリ類を中心に（2021）
21	坂本洋典：日本蜘蛛学会第53回大会（2021）侵略的外来アリとはどんなアリ？—その特徴と脅威
22	坂本洋典・坂本佳子・久本峻平・神宮周作・蒲地智寛・中嶋信美・五箇公一：日本応用動物昆虫学会第66回東京大会(2022) コロナ禍の中での外来社会性昆虫防除システム構築と強化.
23	坂本洋典・五箇公一：日本生態学会第69回大会（2022）忘却のヒアリ，またしても子供たちから安心・安全が奪われるのか
24	橋本佳明・坂本洋典・三橋弘宗・五箇公一・浅井ひろみ・八十島将充・林暉関・山崎昌男：日本昆虫学会第81回大会（2021）ヒアリ侵入阻止と定着前防除の新規技術研究—高まるヒアリ定着の危機
25	坂本洋典・坂本佳子・久本峻平・神宮周作・蒲地智寛・中嶋信美・五箇公一：日本生態学会第69回大会（2022）継続するコロナ禍の中での外来昆虫対策強化
26	坂本洋典：第14回東海昆虫研究会（2023）国内に侵入した外来社会性昆虫の動向と対策.
27	坂本洋典，坂本佳子，神宮周作，中嶋信美，五箇公一日本昆虫学会第83回大会(2023) 差し迫る外来社会性昆虫の侵入とその防除システムの高度化.
28	坂本洋典，坂本佳子，神宮周作，中嶋信美，五箇公一日本生態学会第71回大会(2024) 外来社会性昆虫の国内侵入状況と防除システム構築の最前線.

(4) 知的財産権

成果番号	発明者	出願者	名称	出願以降の番号	出願年月日
29	三橋弘宗	兵庫県立大学 (三橋), 長瀬産業株式会社, オイケム合同会社	「除草技術について-新規開発のシリコン樹脂を用いた除草技術および外来昆虫の駆除手法について」	特願 2021- 178809	2021年 11月11 日

(5) 「国民との科学・技術対話」の実施

成果番号	実施年度	【サブテーマ1】の実施状況
30	2021 -	橋元佳明・三橋弘宗「兵庫県立人と自然の博物館常設展示, ヒアリに関する常設展示の設置と展示解説」(館員および展示解説員対応), 2021年以前より常設展示を設置して来場者としての学校団体や行政関係者, 一般に対して演示方式により本成果についてパネルやスライド, 動画を用いて適宜解説(現在も設置継続).
31	2021	三橋弘宗「外来生物対策について, 外来生物対策技術講習会(兵庫県外来生物協議会)」, 洲本市ウエルネスパーク, 2021年7月9日, 参加者90名, 行政職員を対象とした外来生物法と各種防除に関する基本的事項についての解説.
32	2021	橋本佳明「どうなっているヒアリ?—高まる定着の危機と対策法を学ぶ」日本環境動物昆虫学会「第30回環境アセスメント動物調査手法講演会」, ハイブリット開催, 2021年7月31日, 参加者約250名, ヒアリ侵入の現状とわさびシートによるコンテナ貨物侵入阻止とシリコン樹脂によるコンテナヤード定着阻止技術の解説.
33	2021	三橋弘宗・橋本佳明「大阪市咲州コンテナヤードおよび隣接地におけるヒアリ対策の実践」, 2021年9月22日~10月2日, 参加者のべ約25人, 環境省近畿地方事務所および大阪市と, ヒアリ対策としてのシリコン樹脂防除の実施とヒアリ営巣地の発見から防除までの技術支援を実施.
34	2021	橋本佳明「マイクロカプセル化わさび成分によるヒアリのコンテナ貨物侵入阻止とシリコン樹脂充填によるコンテナヤードでのヒアリ営巣阻止技術の確立と応用~日本のフレーバー「わさび」と博物館標本技術でヒアリから日本を守る~」, 兵庫県立大学「知の交流シンポジウム」(オンラインポスター展示), 2021年9月28日, ヒアリの侵入前防除, 定着後防除技術を解説.
35	2021	三橋弘宗「シリコン樹脂充填による外来生物対策/兵庫県外来生物対策技術講習会(兵庫県外来生物協議会)」, 神戸市中央区, 2021年10月6日 参加者100名, 行政職員および民間企業者を対象として外来アリや雑草に関する対策技術の解説と実習.
36	2021	橋本佳明「外来アリの対策技術」兵庫県立人と自然の博物館セミナー, 2021年10月17日 参加者10人, ヒアリ侵入の現状と侵入後防除, 定着後防除技術について展示等を活用して解説.

37	2021	三橋弘宗「私たちができる生物多様性の保全戦術」, EPO中部環境パートナーシップオフィス, オンライン講義, 2021年10月20日 参加者70人, 自然再生および外来生物対策の一環として小規模に取り組むことができる技術体系について名古屋港の課題を含めて外来生物対策を行政および企業CSR担当者に解説.
38	2021	三橋弘宗・橋本佳明「三重県四日市コンテナヤードにおけるヒアリ対策の実践」, 2021年10月22日 参加者8人, 環境省中部地方事務所および三重県, 四日市港湾事務所と, ヒアリ対策としてのシリコン樹脂防除の実施とヒアリ営巣地の発見から防除までの技術支援を実施.
39	2021	三橋弘宗「持続可能な暮らしと生態系を支える共創型の小規模技術」, 「兵庫県県土整備部土木技術講習会」, 2021年11月19日 参加者120人, 県土木職員を対象としてシリコン樹脂等を用いた施設管理の重要性と社会的背景について解説.
40	2021	橋本佳明「外来アリの対策技術」兵庫県外来生物対策技術講習会(オンライン), 2021年12月9日 参加者80名, ヒアリの侵入前防除, 定着後防除技術を解説.
41	2021	三橋弘宗「自然環境分野におけるアセス技術 環境省環境影響評価研修」, 2021年11月24日 参加者190人, 環境省および環境アセスメント協会が主催する技術者向け講習会においてヒアリ対策を含む外来生物対策について紹介.
42	2021	三橋弘宗「小規模保全技術研究所(2021-2024)シリコン変性樹脂の紹介およびインフラメンテナンスに関する技術情報を発信」, 2021年12月1日~継続公開中 シリコン変性樹脂を用いた港湾および道路防草に関する技術ガイドおよび動画(YouTube掲載)を作成して公開. 各種セミナーや公共工事等において多数活用. URL: https://conservation-tec.org/
43	2021	三橋弘宗「シリコン樹脂を用いた防草および農業用水路の修繕に関する講習会」, 2022年1月16日 参加者45人, 兵庫県加東市社町土地改良組合員を対象としたシリコン樹脂充填技法による道路雑草対策および水路修復に関する技術支援を実施.
44	2021	橋本佳明「日本の経済活動を脅かすヒアリ - 高まる定着の危機と対策」環境省外来種対策と企業活動の関わりを考えるウェビナー「悪意なき侵略者とのつきあい方~ヒアリからポスト2020へ~」, オンライン開催, 2022年3月24日, 参加者180人, ヒアリ侵入の現状とわさびシートによるコンテナ貨物侵入阻止とシリコン樹脂によるコンテナヤード定着阻止技術の解説.
45	2022	三橋弘宗「シリコン樹脂を用いた防草および農業用水路の修繕に関する講習会」, 2022年4月3日 参加者25人, 豊岡市土地改良組合および豊岡市との共同によりシリコン樹脂充填技法による道路雑草対策および水路修復に関する技術支援を実施.
46	2022	三橋弘宗「アルゼンチンアリ対策市民講習会」, 2022年4月18日 参加者65人, 伊丹市との共同により, 兵庫県伊丹市桑津地区住民を対象とした防草によるアルゼンチンアリ対策に関する技術支援を実施.
47	2022	三橋弘宗「行政職員向けアルゼンチンアリ対策講習会」, 2022年4月19日 参加者1, 伊丹市との共同により, 伊丹市関係部署(土木/環境/公園管理者)を対象とした防草によるアルゼンチンアリ対策に関する技術支援を実施.

48	2022	三橋弘宗「シリコン樹脂を用いた防草および農業用水路の修繕に関する講習会」, 2022年4月30日 参加者65人, 丹波県民局(丹波市, 丹波篠山市)との共同によりシリコン樹脂充填技法による道路雑草対策および水路修復に関する技術支援を行い, 行政職員に対して政策を提言.
49	2022	三橋弘宗「地理情報システムの使い方」, 県立祥雲館高校, 2022年7月11日 参加者20人, 高校生に対してヒアリを題材に生物多様性情報を活用した生態系管理を説明.
50	2022	三橋弘宗「自然の恵みを活かしたカーボンニュートラルの推進について(議員研修会)」, 2022年7月19日 参加者24人, 三田市議会議員を対象とした環境政策研修において, カーボンニュートラルの推進の観点からシリコン樹脂充填の技法による外来生物対策やインフラメンテナンスの在り方について政策を提言.
51	2022	三橋弘宗「アルゼンチンアリによる被害査定(アルゼンチンアリ対策講習会)」, 2022年8月17日 参加者60名, 伊丹市, 兵庫県外来生物対策協議会, アルゼンチンアリを含む外来アリ防除について行政職員や市民を対象として講習.
52	2022	三橋弘宗「地理情報システムの使い方」, 県立明石北高校, 2022年8月23日 参加者25人, 高校2年生に対してヒアリを題材に生物多様性情報を活用した生態系管理を説明.
53	2022	三橋弘宗「小規模技術と生態系管理(石川県立大学特別講義)」, 2022年8月25日 参加者11人, ヒアリを含む外来生物対策やインフラメンテナンスの必要性について解説し博物館を通じた社会教育の重要性を解説.
54	2022	三橋弘宗「共創型の小規模技術による自然再生と地域づくり(トヨタ財団支援事業)」, 2022年9月17日, 陽楽の森(奈良県王子町), 一社)大和森林管理協会, 参加者35人, 小規模技術としてインフラメンテナンスと外来生物対策等の生態系管理の必要性とその要素技術を紹介.
55	2022	三橋弘宗「コンテナヤードにおけるヒアリ対策」, 2022年10月3日 参加者10人, 名古屋港鍋田ふ頭, 環境省中部事務所および国土交通省, 名古屋市港湾関係者, ユナイテッド社に対してシリコン樹脂による防草技術について解説.
56	2022	三橋弘宗「生態系管理による防災・減災の取組」, 2022年10月22日 参加者85名, HAT神戸/WEB, 防災推進国民大会2022実行委員会(内閣府, 防災推進協議会, 防災推進国民会議)において防災としての外来生物対策について解説.
57	2022	三橋弘宗「河川整備における生態系配慮について」, 2022年10月24日, 参加者38人(WEB), 国土交通省近畿地方整備局管内の職員向け研修会において, 外来生物対策についてシリコン樹脂利用について解説.

58	2022	三橋弘宗「生物多様性と外来種対策講習会」，2022年11月10日 参加者140人，丹波篠山市四季の森会館，兵庫県外来生物対策協議会の市民向け講習会として実施し，ヒアリ対策について説明.
59	2022	三橋弘宗「景観生態学 連続セミナー「GISを用いた空間情報の分析」」，2022年11月24日 参加者180人，GISを用いた景観分析と生態系管理，日本景観生態学会の連続講座として実施し，ヒアリの侵入リスク評価と対策を含めて解説.
60	2022	三橋弘宗「新素材シリコン樹脂を用いた水路の漏水封止技術について」，2022年11月28日 参加者350人，三木市文化会館，兵庫県多面的機能発揮推進協議会（県農地整備課）の講習会として実施し，ヒアリ対策を紹介し，シリコン樹脂充填による水路補修について実演解説. マニュアル等を以下に掲載. https://hyogo-nouchimizu.com/event/2337/
61	2022	三橋弘宗「新素材シリコン樹脂を用いた水路の漏水封止技術について」，2022年12月9日 参加者350人，豊岡市民会館，兵庫県多面的機能発揮推進協議会（県農地整備課）の講習会として実施し，ヒアリ対策を紹介し，シリコン樹脂充填による水路補修について実演解説. マニュアル等を以下に掲載. https://hyogo-nouchimizu.com/event/2337/
62	2022	三橋弘宗「新素材シリコン樹脂を用いた水路の漏水封止技術について」，2023年1月13日 参加者240人，三田市文化センター，兵庫県多面的機能発揮推進協議会（県農地整備課）の講習会として実施し，ヒアリ対策を紹介し，シリコン樹脂充填による水路補修について実演解説. マニュアル等を以下に掲載. https://hyogo-nouchimizu.com/event/2337/
63	2022	三橋弘宗「新素材シリコン樹脂を用いた水路の漏水封止技術について」，2023年1月20日 参加者280人，たつの市赤とんぼホール，兵庫県多面的機能発揮推進協議会（県農地整備課）の講習会として実施し，ヒアリ対策を紹介し，シリコン樹脂充填による水路補修について実演解説. マニュアル等を以下に掲載. https://hyogo-nouchimizu.com/event/2337/
64	2022	三橋弘宗「新素材シリコン樹脂を用いた水路の漏水封止技術について」，2023年1月18日 参加者180人，洲本市文化ホール，兵庫県多面的機能発揮推進協議会（県農地整備課）の講習会として実施し，ヒアリ対策を紹介し，シリコン樹脂充填による水路補修について実演解説. マニュアル等を以下に掲載. https://hyogo-nouchimizu.com/event/2337/
65	2022	三橋弘宗「令和4年度環境影響評価研修会 アセス技術 ～自然環境(解析・保全)～」，2023年2月8日 参加者30人，環境省・環境アセスメント協会/WEBセミナー，環境省主催の環境アセスメントに関する実務者講習会にて，港湾地区の施設開発時の外来アリ対策を含む外来種対策について解説.

66	2023	三橋弘宗「アルゼンチンアリの駆除方法実習」，2023年5月14日 参加者45人，神戸市垂水区，神戸市環境局によるアルゼンチンアリ駆除の説明会にてシリコン樹脂によるコンクリートクラック充填方法を紹介．
67	2023	三橋弘宗「都市におけるコンクリートクラックに住む害虫制御方法の実演」，2023年5月15日 参加者12人，大阪市阿倍野区にてビル管理者組合の方に害虫や防草に関するシリコン樹脂を用いた技術の説明を実施．
68	2023	三橋弘宗「外来アリ対策に関する実演実習」，2023年6月12日 参加者8人，神戸市中央区港島，神戸市環境局および神戸市港湾局，阪神国際港湾を対象にコンテナヤード内における外来アリの防除および防草について実演を含めて解説．
69	2023	三橋弘宗「ヒアリ現場対策講座」，2023年6月19日 参加者10人，広島県福山港，広島県，福山市，港湾関係者を含めて，コンテナヤード内における外来アリの防除および防草について実演を含めて解説．
70	2023	三橋弘宗「神戸港ヤード内における緊急ヒアリ対策」，2023年8月8日～24日 参加者6人～14人，神戸市中央区港島，神戸市環境局および神戸市港湾局，阪神国際港湾，港湾関係者でヒアリおよびコカミアリ対策を実施．
71	2023	三橋弘宗「アルゼンチンアリ対策実習講義」，2023年9月8日 参加者15人，尼崎市東部浄化センター，尼崎市役所，兵庫県環境部，土木部の職員を対象として外来アリの防除および防草について実演を含めて解説した．
72	2023	三橋弘宗「港湾エリアにおける外来生物対策の現地実習」，2023年9月12日 参加者7人，静岡県清水市（清水港），静岡県土木部および地元有識者，港湾関係者を含めて
		外来アリの防除および防草について実演を含めて解説．
73	2023	三橋弘宗「港湾エリアにおける特殊シリコン樹脂を用いた雑草管理を通じた外来アリ防除について」（四日市港ヒアリ対策連絡会議／環境省モデル港湾事業），現地講習及び意見交換，2023年10月5日 参加者25人（WEB），環境省中部事務所によるモデル港湾事業の一環としてシリコン樹脂による防草および防虫について解説．
74	2023	三橋弘宗「老朽化インフラの修復技術の現地実習および意見交換会」，2023年10月16日参加者5人，熊本県玉名市，自治体による直営工事で著名な玉名市土木部の木下氏を含めた職員との技術交流を実施．
75	2023	三橋弘宗「河川整備における自然環境への配慮について」，2023年10月23日 参加者40名，大阪府枚方市（国土交通省研修所），国土交通省近畿地方整備局による管内職員向け研修会においてヒアリを含む外来生物対策について解説を実施．
76	2023	Mitsuhashi H. 「Where Culture Meets Nature ~Create a natural history museum in the urban place by utilizing heritage of traditional architectures」（招待講演），2023年11月10日 参加者80人，台湾国立科学教育館，台湾大学および国立台湾博物館等の関係者を交えて，博物館の保存科学技法の社会での多様な方法論に関して議論した．台湾大学のヒアリ研究者の黄氏も参加して，シリコン樹脂の活用について議論および台湾での活用を提言．

77	2023	Mitsuhashi H. 「The application of museum conservation techniques to the restoration of social infrastructure」, 2023年11月17日 参加者8人, 人と自然の博物館にて, JICA北海道で招聘した海外8か国の環境系国家公務員に対して, 生態系管理について説明し, シリコン樹脂活用について実演説明.
78	2023	三橋弘宗「令和5年度環境影響評価研修会「アセス技術 ～自然環境(解析・保全)～」, 2024年1月12日 参加者30人, 環境省・環境アセスメント協会/WEBセミナー, 環境省主催の環境アセスメントに関する実務者講習会にて, 港湾地区の施設開発時の外来アリ対策を含む外来種対策について解説.
79	2023	三橋弘宗(2024)「港湾エリアにおける特殊シリコン樹脂を用いた雑草管理を通じた外来アリ防除について」(中国四国地方外来種対策ブロック会議), 2024年1月12日 参加者50人(WEB), 環境省主催の技術講習会において本研究の成果について発表.
80	2023	三橋弘宗「博物館の小さな技術が地域の自然と暮らしを守る(群馬県立自然史博物館特別講演)」, 2024年1月21日 参加者180人, 群馬県立自然史博物館, 群馬県内の高校や自然保護団体の共同発表会での基調講演を行い, GISによる予測と現場での施工を結びつけることの重要性について説明.
81	2023	三橋弘宗「生物の生息・生育・繁殖の場としてもふさわしい河川整備及び流域全体としての生態系ネットワークのあり方検討会」(国土交通省水管理・国土保全局), 2024年2月1日～, 河川および河口域海岸を含む生態系管理において外来生物対策に関するあり方について委員として学術的な観点から提言取りまとめを実施.
82	2023	三橋弘宗「港湾エリアにおける外来生物対策の現地実習」, 2024年2月2日 参加者12人, 福岡市(福岡港), 環境省/福岡県/福岡市および港湾関係者/九州大学研究者を含めて外来アリの防除および防草について実演を含めて解説.
83	2023	三橋弘宗「港湾エリアにおける特殊シリコン樹脂を用いた雑草管理を通じた外来アリ防除について」(京都府外来生物対策協議会), 京都市伏見区, 2024年3月12日 参加者30人, 京都府主催の外来生物対策の技術講習会において本研究の成果について発表.

成果番号	実施年度	【サブテーマ2】の実施状況
84	2021	橋本佳明「ヒアリの脅威と対策の必要性, 最新の対策技術の紹介」, 環境省港湾関係者向けヒアリ講習会, オンライン, 2021年8月25日, 参加者約200人, ヒアリ侵入の現状とわさびシートによるコンテナ貨物侵入阻止とシリコン樹脂によるコンテナヤード定着阻止技術の解説.
85	2021	坂本洋典「ヒアリの脅威と対策の必要性, 最新の対策技術の紹介」, 環境省港湾関係者向けヒアリ講習会, オンライン, 2021年8月27日, 参加者約200人, ヒアリの侵入の現状および防除技術について解説.

86	2021	坂本洋典「ヒアリの脅威と対策の必要性，最新の対策技術の紹介」，環境省港湾関係者向けヒアリ講習会，オンライン，2021年8月31日，参加者約200人，ヒアリの侵入の現状および最新の防除技術を解説．
87	2021	坂本洋典「外来アリの生態及び生態系への影響について」，愛知県外来種講習会，オンライン，2021年12月1日，参加者約80人，外来アリ類による被害とその防除技術を解説．
88	2021	橋本佳明「外来アリの対策技術」兵庫県外来生物対策技術講習会（オンライン），2021年12月9日 参加者80人，ヒアリの侵入前防除，定着後防除技術を解説．
89	2021	橋本佳明「どうなっているヒアリー高まる定着の危機と新規対策技術」，環境省ヒアリ講習会，2022年2月15日，オンライン，ヒアリの侵入後防除，定着後防除技術を解説．
90	2021	坂本洋典「ヒアリの脅威と対策の必要性，最新の対策技術の紹介」，環境省ヒアリ講習会，オンライン，2022年2月25日，参加者約200人，ヒアリの侵入状況および最新の防除技術を解説．
91	2021	橋本佳明「日本の経済活動を脅かすヒアリー高まる定着の危機と対策」環境省外来種対策と企業活動の関わりを考えるウェビナー「悪意なき侵略者とのつきあい方～ヒアリからポスト2020へ～」，オンライン開催，2022年3月24日，参加者180人，ヒアリ侵入の現状とわさびシートによるコンテナ貨物侵入阻止とシリコン樹脂によるコンテナヤード定着阻止技術の解説．
92	2022	橋本佳明「どうなっているヒアリー高まる定着の危機と新規対策技術」，環境省ヒアリ講習会，2022年9月7日，大阪会場，ヒアリの侵入後防除，定着後防除技術を解説．
93	2022	橋本佳明「生物多様性とアリー生物多様性を育み，そして破壊するもの」，2022年9月24日，参加者約120人，兵庫県立祥雲館高校/三田市教育委員会，ヒアリの侵略的外来生物としての被害および防除法などを解説．
94	2022	橋本佳明「ヒアリの生態および最新技術，対策事例の紹介」，環境省港湾関係者向けヒアリ講習会（東京会場）2023年2月12日（オンライン併用），ヒアリの侵入前防除，定着後防除技術を中心として解説．
95	2023	橋本佳明「地震・雷・火事・外来種ー日本を破滅に導くヒアリとアルゼンチンアリ」えひめ環境大学（愛媛県）2023年7月8日，愛媛大学，ヒアリとアルゼンチンアリの侵入状況および予測される被害と新規防除技術についてを解説．

96	2023	坂本洋典「ヒアリの生態および最新技術, 対策事例の紹介」, 環境省港湾関係者向けヒアリ講習会(東京). 2023年7月20日. テレコムセンタービル(オンライン併用) ヒアリの侵入状況および最新の防除技術を解説.
97	2023	坂本洋典「ヒアリの生態および最新技術, 対策事例の紹介」, 環境省港湾関係者向けヒアリ講習会(名古屋). 2023年7月27日. 名古屋港湾会館(オンライン併用) ヒアリの侵入状況および最新の防除技術を解説.
98	2023	橋本佳明「地震・雷・火事・外来種-日本を破滅に導くヒアリとアルゼンチンアリ」(福山市市民向け講習会) 2023年10月29日 福山市経済環境局環境部環境保全課, ヒアリとアルゼンチンアリの侵入状況および予測される被害と防除の必要性を解説.
99	2023	橋本佳明「ヒアリの生態・被害, 最新技術と対策」, 環境省ヒアリ講習会(名古屋), 2024年1月16日. 名古屋会場(オンライン併用), ヒアリの侵入前防除, 定着後防除技術を中心として解説.
100	2023	坂本洋典「ヒアリの生態・被害, 最新技術と対策」, 環境省ヒアリ講習会(岡山), 2024年1月19日. 岡山コンベンションセンター(オンライン併用) ヒアリの侵入状況および最新の防除技術を解説.
101	2023	橋本佳明「ヒアリの生態・被害, 最新技術と対策」, 環境省ヒアリ講習会(博多), 2024年1月21日. 博多会場(オンライン併用), ヒアリの侵入前防除, 定着後防除技術を中心として解説.
102	2023	坂本洋典「ヒアリの生態・被害, 最新技術と対策」, 環境省ヒアリ講習会(札幌), 2024年1月25日. 札幌駅前ビジネススペース(オンライン併用) ヒアリの侵入状況および最新の防除技術を解説.
103	2023	坂本洋典「ヒアリの生態・被害, 最新技術と対策」, 環境省ヒアリ講習会(東京), 2024年1月29日. 全日通霞ヶ関ビル(オンライン併用) ヒアリの侵入状況および最新の防除技術を解説.
104	2023	橋本佳明「ヒアリの生態・被害, 最新技術と対策」, 環境省ヒアリ講習会(大阪), 2024年1月30日. 大阪会場(オンライン併用), ヒアリの侵入前防除, 定着後防除技術を中心として解説.
105	2023	坂本洋典「ヒアリの生態・被害, 最新技術と対策」, 環境省ヒアリ講習会(仙台), 2024年2月5日. 仙台西口ビジネスセンター(オンライン併用) ヒアリの侵入状況および最新の防除技術を解説.
106	2023	坂本洋典「ヒアリの生態・被害, 最新技術と対策」, 環境省ヒアリ講習会(仙台), 2024年2月5日. 仙台西口ビジネスセンター(オンライン併用) ヒアリの侵入状況および最新の防除技術を解説.

(6) マスメディア等への公表・報道等

成果 番号	【サブテーマ1】のメディア報道等
107	読売新聞 (2021) 「コンクリート隙間除草作戦」, (2021年9月18日, 1頁, WEBおよび紙面掲載 (https://www.yomiuri.co.jp/local/hyogo/news/20210908-OYTNT50006/)). シリコン樹脂を用いたコンクリート隙間の充填, 雑草管理技術を解説.
108	神戸新聞 (2022) 「刈ってもすぐ生える…道路脇の雑草対策に革命!」 2022年2月7日, WEBおよび紙面掲載 (https://www.kobe-np.co.jp/news/sougou/202202/0015038861.shtml), 雑草管理に使用可能な新規シリコン技術を解説.
109	兵庫県県土整備部 (2022年2月7日~, 「WEBページ作成支援等/除草技術フォーラム」 (https://hyogo-tech-platform.jp/), シリコン樹脂を用いた防草について、行政施策の支援, 技術解説の執筆 (三橋弘宗が担当).
110	神戸新聞 (2023) 「外来生物対策~博物館の技法で向き合う~」 2023年2月20日, WEBおよび紙面掲載 (https://www.hitohaku.jp/material/dayori20230220.pdf) 新規シリコンを用いたアスファルト隙間充填における外来生物管理技術を博物館としての視点から解説.
111	兵庫県 (2024) 兵庫県ため池管理マニュアルナガエツルノゲイトウ対策動画, 2024年3月, YouTubeにてヒアリ対策のシリコン樹脂が応用活用できることを紹介. (https://www.youtube.com/watch?v=yxHapM2j9fA)

成果 番号	【サブテーマ2】のメディア報道等
112	日本経済新聞 (2023) 「ヒアリ発見100件超、定着阻止へ瀬戸際 犬やAIで対策」 2024年11月6日、特集として掲載
113	朝日小学生新聞 (2023) 「ヒアリ 国内に定着しそう 港での早期発見が重要」 2024年11月14日、一面掲載
114	NHK (2024) 「おはよう日本」サイカル研究所「ヒアリ対策最前線」で特集 2024年4月13日

(7) 研究成果による受賞

成果 番号	【サブテーマ1】の研究成果による受賞
	該当なし

成果 番号	【サブテーマ2】の研究成果による受賞
	該当なし

(8) その他の成果発表

成果 番号	【サブテーマ1】のその他の成果発表
56	該当なし

成果 番号	【サブテーマ2】のその他の成果発表
115	侵略的外来種に関するG7ワークショップ（2023年11月20日ー22日 浜松町コンベンションホール）におけるヒアリ防除技術の現物展示としてmAITCシートを紹介