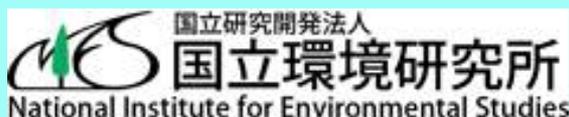


# 【5-1407】 ネオニコチノイド農薬による 陸域昆虫類に対する影響評価研究

研究代表者： 中牟田潔（千葉大学大学院園芸学研究科）

研究実施期間：2014～2016年度

累積予算額：92,112,000円



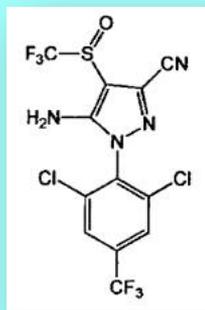
# ネオニコチノイド農薬の主流化

- 浸透移行性
- 幅広い殺虫スペクトル
- 高い殺虫効果

## フェニルピラゾール系

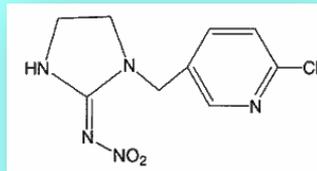


エチプロール  
ミツバチLC50  
0.01ug/頭

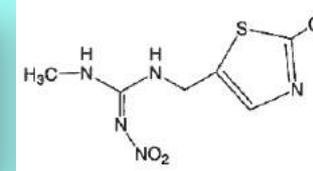


フィプロニル  
ミツバチLC50  
?

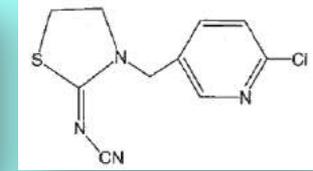
## クロロニコチニル系



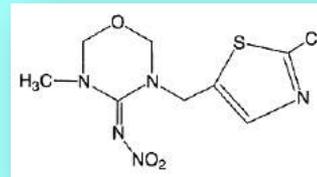
イミダクロプリド  
マルハナLC50  
0.04ug/頭



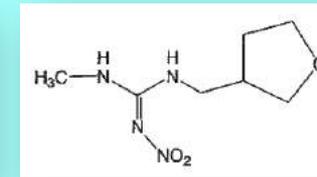
クロチアニジン  
ミツバチLC50  
0.004ug/頭



チアクロプリド  
ミツバチLC50  
17.3ug/頭



チアメトキサム  
ミツバチLC50  
0.02ug/頭



ジノテフラン  
ミツバチLC50  
0.01ug/頭

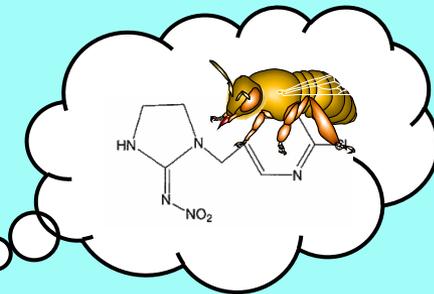
# 日本におけるネオニコチノイドを巡る課題

高い使用量・普及率

社会的不安

+

不明の生態影響  
(とくにハチ類等、陸域)



解決に向けて実態把握および影響評価の必要性

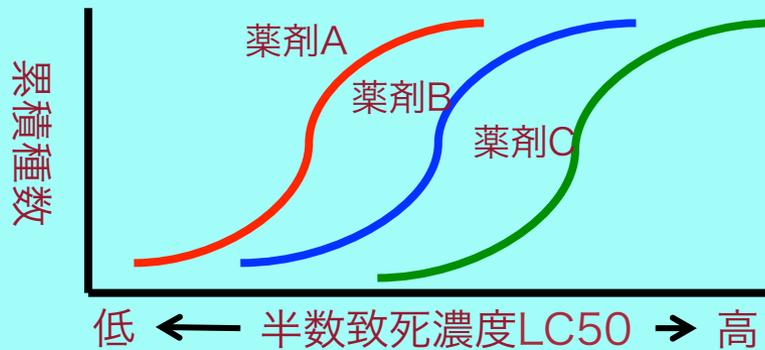
# サブテーマ1

## 「陸域昆虫類のネオニコチノイド感受性の種間差および生態リスクに関する研究」

担当：千葉大学（中牟田潔、野村昌史）

### ●室内試験による感受性分布の調査

- ・ 経皮毒性試験
- ・ 種の感受性分布の他系統薬剤との比較



### ●圃場試験によるネオニコチノイド剤の陸域昆虫類に対する影響評価

- ・ 圃場内部、周辺部における昆虫類の群集動態解析
- ・ 圃場内部、周辺部における土壌・植物体中濃度分析



## サブテーマ2

# 「マルハナバチ類に対する影響評価」

担当：国立環境研究所（五箇公一、林岳彦）

【課題1】 日本産マルハナバチ類の薬剤感受性は？

●マルハナバチ類に対する急性毒性試験  $\dashrightarrow$  サブテーマ1に情報提供



各種マルハナバチ採集



急性経皮・経口毒性試験

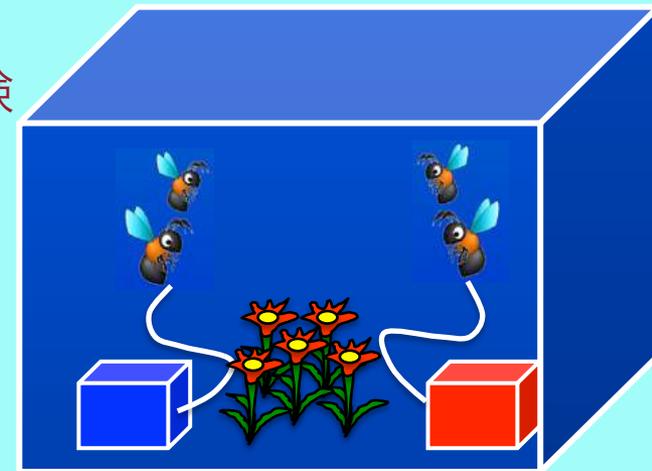
●マルハナバチ・コロニーに対する半野外影響評価試験

ガラスハウス内に薬剤処理をした花畑を設置

ガラスハウス内に巣箱を設置し放飼

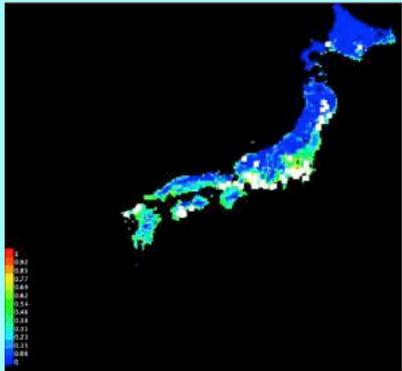
ハチの飛翔数、コロニーの成長速度を計測

新女王・オスの生産数を計測  $\dashrightarrow$  残留農薬分析



## 【課題2】 日本産マルハナバチ類は減少しているのか？何が原因か？

### ●マルハナバチ類の分布動態の把握



×



ニッチモデリングによる  
マルハナバチの生息適地推定

マルハナバチ各種の  
現在・過去の分布情報収集

減少している種  
およびエリアの特定



- ・マルハナバチ生息地と農地の地理的關係調査
- ・農薬の使用履歴情報収集

# サブテーマ3

## 「ニホンミツバチ野生個体群に対する影響評価」

担当：森林総合研究所（滝久智、永光輝義）

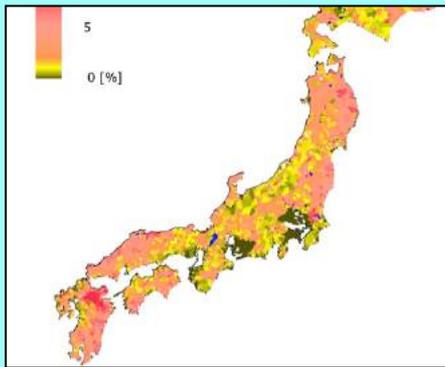
【課題1】ニホンミツバチの薬剤感受性は？

●ニホンミツバチコロニーに対する野外影響試験

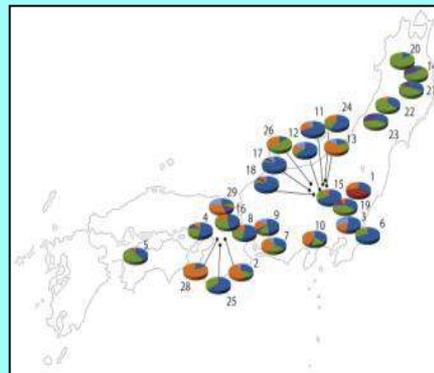


【課題2】ニホンミツバチは減っているのか？その原因は？

●ニホンミツバチ類の分布動態の把握

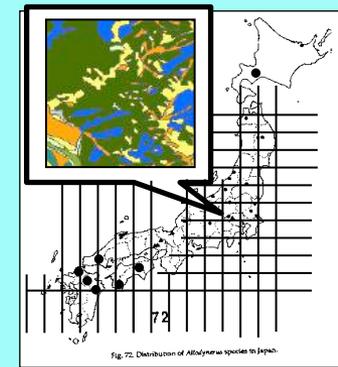
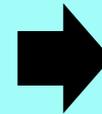


ニッチモデリングによる  
ニホンミツバチの生息適地推定



×

遺伝子情報によるニホンミツバチの  
生息（コロニー）数推定



農地や農薬使用歴との  
関係性分析

# SSD: Species Sensitivity Distribution

## 種の感受性分布

横軸：各種のLD<sub>50</sub>値  
縦軸：影響を受ける種の  
の累積割合

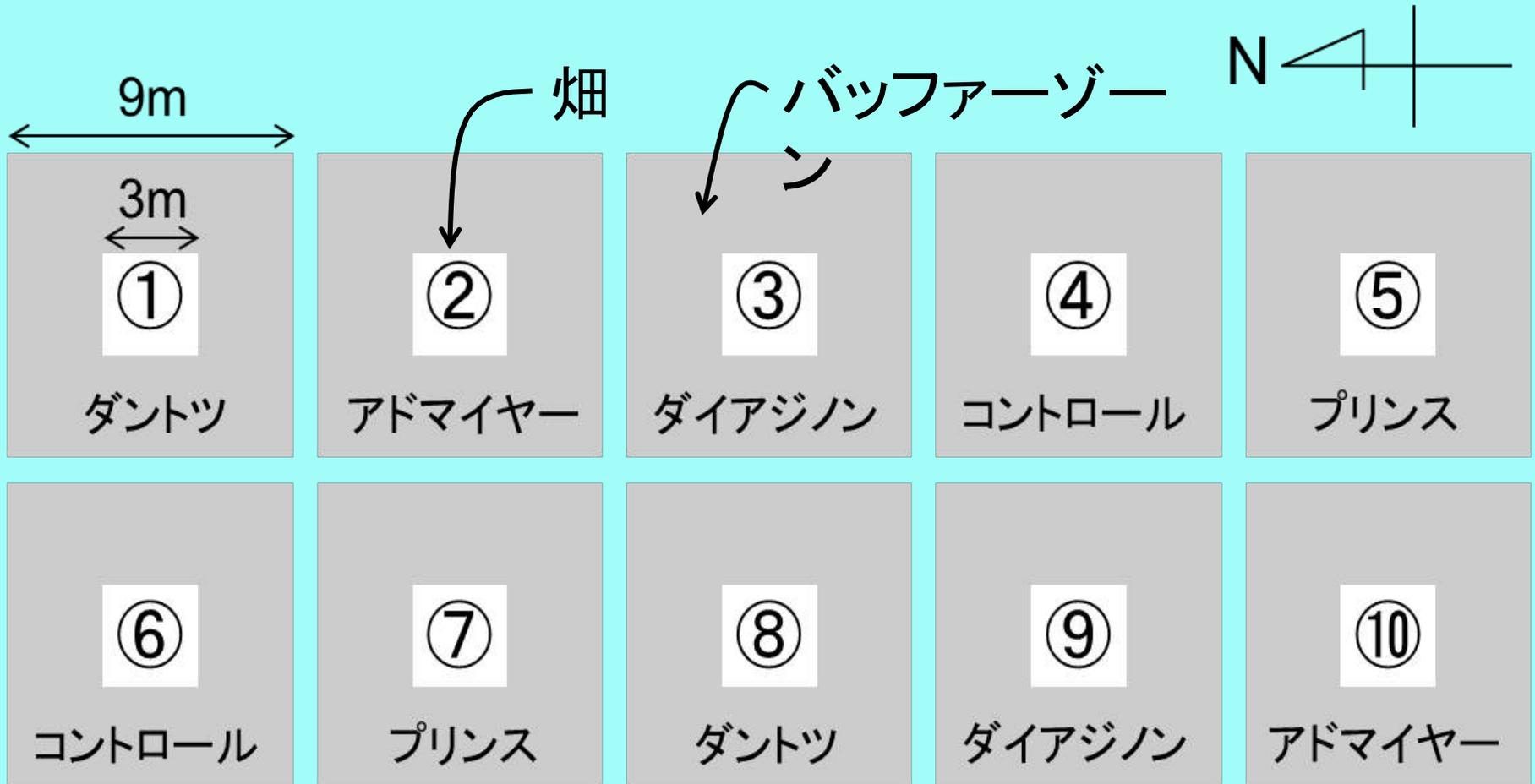
ネオニコチノイドは従来の農薬よりも感受性幅が広く、リスク評価がしにくい

浸透移行性農薬の中でも種類によって感受性幅が異なる

# 圃場試験



# 使用薬剤と配置



ダントツ(イミダクロプリド)

プリンス(フィプロニル)

アドマイヤー(クロチアニジン)

ダイアジノン

# 結果：土壌内の農薬残留分析

連続使用すると、土壌中に残留する傾向がある

# 結果：周辺雑草の農薬残留分析

周辺雑草への残留が確認された！

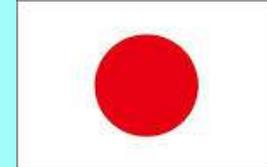
# 結果：スレーピングで採集された個体数に対する薬剤の係数

	分類群名	イミダクロプリド	クロチアニジン	フィプロニル	ダイアジノン	
植食者	アブラムシ	-0.81 (b)	1.28 (c)	-3.21 (a)	n.s. (b)	
	アザミウマ	n.s. (ab)	2.23 (c)	0.49 (b)	-0.94 (a)	
	ウンカ・ヨコバイ	0.57	n.s.	n.s.	n.s.	
	草食性カメムシ	n.s. (b)	n.s. (b)	n.s. (ab)	-1.47 (a)	
捕食者	寄生蜂 バエ	周辺雑草上の昆虫への影響は不明				n.s.
	造網性クモ	n.s. (ab)	0.71 (b)	-0.69 (a)	n.s. (a)	
	アリ	n.s. (ab)	0.65 (b)	n.s. (ab)	-0.69 (a)	
その他	ハチ目	2.01 (b)	n.s. (b)	-13.4 (a)	n.s. (b)	
	ハエ目	0.66 (ab)	1.07 (b)	0.47 (a)	0.47 (a)	
	バッタ目	1.27	1.11	1.73	1.11	

※係数は、コントロールを0とした時の切片の差を示している。

# 日本産マルハナバチ成虫急性毒性試験 LD<sub>50</sub>( $\mu\text{g}/\text{bee}$ )

## Acute toxicity test of bumblebee adult workers



### ネオニコチノイド Neonicotinoids



急性毒性値は従来農薬と比較して大きな違いはない

経皮毒性 LD <sub>50</sub> ( $\mu\text{g}/\text{bee}$ )	トラマル	クロマル
イミダクロプリド (0.081)	(48hr) (72hr)	
クロチアニジン (0.04426)	(48hr) (72hr)	
チアメトキサム (0.024)	(48hr) (72hr)	
フィプロニル (0.00593)	(48hr) (72hr)	



笠井ら(未発表)

(セイヨウミツバチLD50)  
*Apis mellifera* LD50

### 有機リン剤 Organophosphate

Dimethoate 0.015  $\mu\text{g}/\text{bee}$

Chlorpyrifos 0.07  $\mu\text{g}/\text{bee}$

Methyl parathion 0.011  $\mu\text{g}/\text{bee}$

### ピレスロイド剤 Pyrethroid

Esfenvalerate 0.015  $\mu\text{g}/\text{bee}$

Z-cypermethrin 0.002  $\mu\text{g}/\text{bee}$

Permethrin 0.008  $\mu\text{g}/\text{bee}$

マルハナバチの生活史から考えて働き蜂の急性毒性影響は生態影響として軽微



# 浸透移行性殺虫剤の生態リスクは汚染された花粉・花蜜によるコロニー内幼虫死亡

女王単独越冬  
Queens enter in diapause



越冬女王巣穴探し Over-winter queens  
compete for nest sites



春  
Spring

女王単独営巣  
Queen construct nest



夏  
Summer

ワーカー訪花・採餌  
A lot of workers forage  
and collect foods



汚染花粉  
汚染花蜜  
Pollen and  
nectar residue



幼虫・新女王死滅！  
New queens exterminated！

ハチの生態影響エンドポイントは  
新女王・オス(繁殖虫)の生産性  
なので評価が難しい

The endpoint of ecological risk in the social  
insects must be productivity of new queens  
and males.

# ハウス内での花粉残留コロニー影響試験

Contaminated pollen toxicity to bumblebee colony reproduction in green houses



クロマルハナバチ商品コロニー  
Commercial colony of the Japanese bumblebee,  
*Bombus ignitus*

※ワーカー数・コロニーサイズを統一  
Unifying the worker number and colony size

コロニー影響閾値濃度は  
20~200ppbと  
推定された

イミダクロプリド混入花粉  
Imidacprid contaminated pollen

# 暴露評価

OPEN ACCESS Freely available online

PLOS ONE

## Pesticide Residues and Bees – A Risk Assessment

Francisco Sanchez-Bayo<sup>1\*</sup>, Koichi Goka<sup>2</sup>

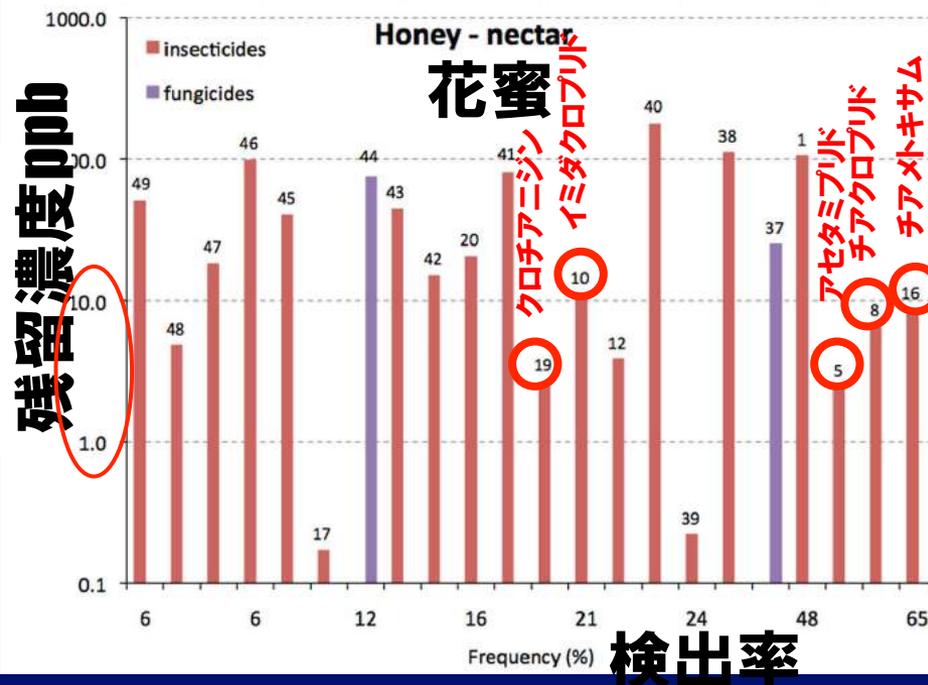
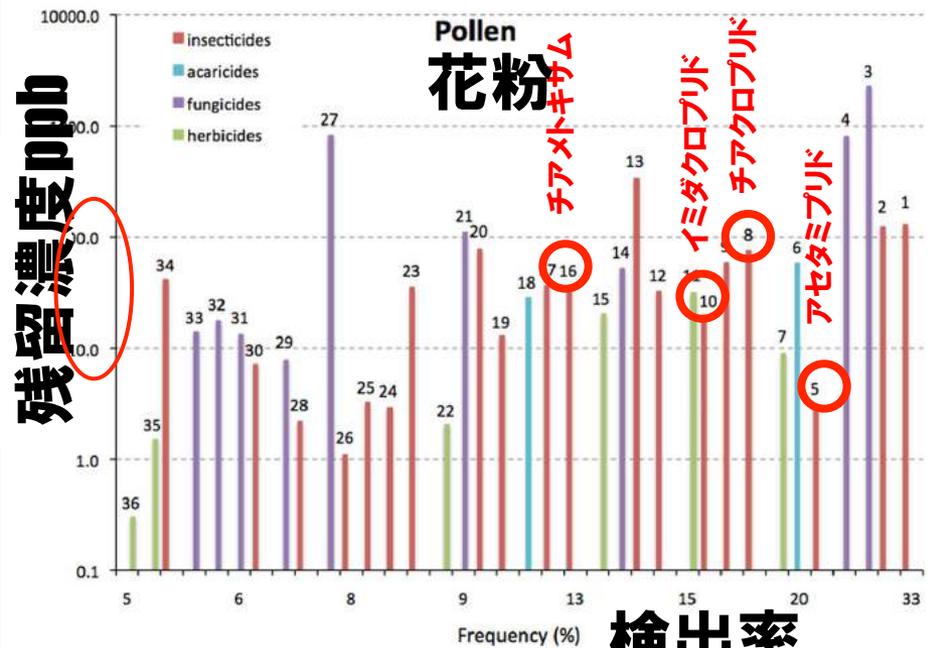
ネオニコチノイド農薬の  
野外植物における  
花粉・花蜜残留濃度



花粉: 10~100ppb

花蜜: 1~10ppb

野外暴露影響は  
微妙な線

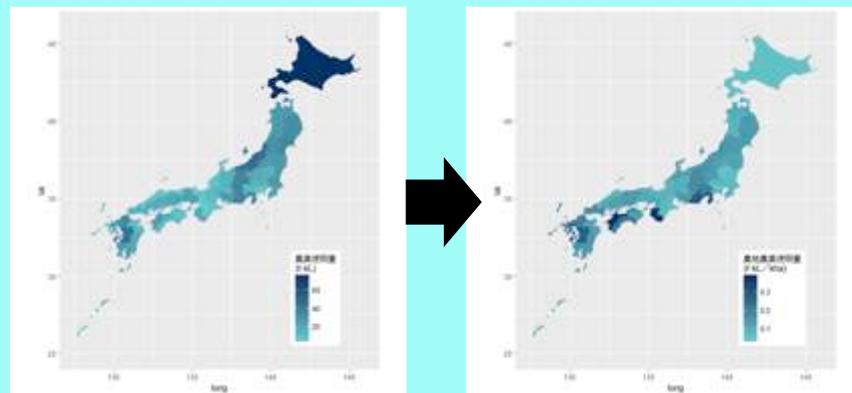
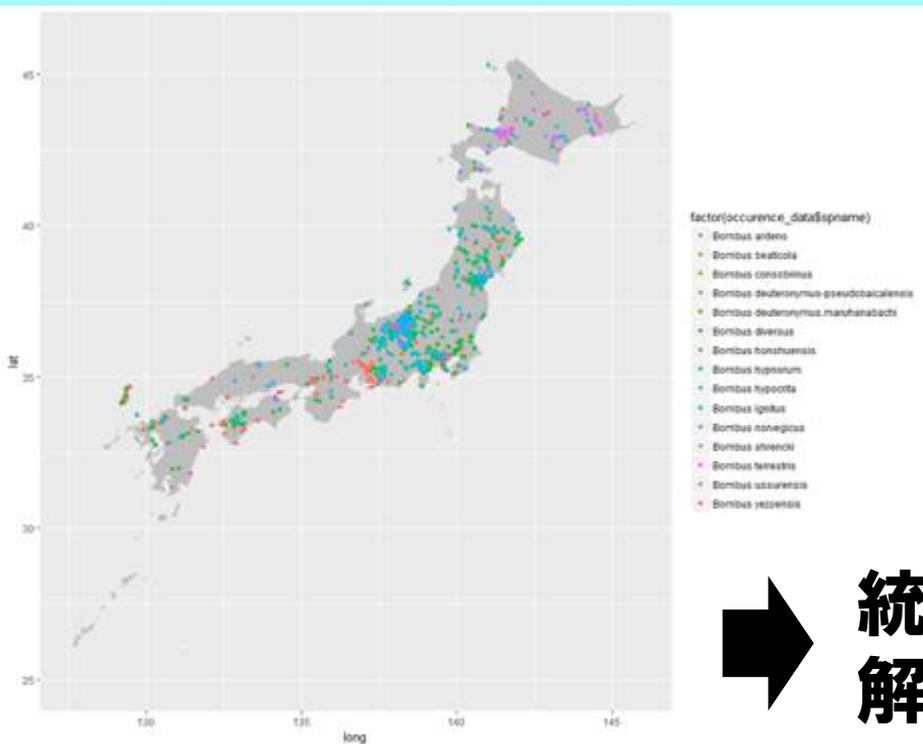


# 地図情報を活用したマルハナバチの分布におよぼす農薬影響評価

浸透移行性農薬使用量データ

マルハナバチ各種の  
分布データ

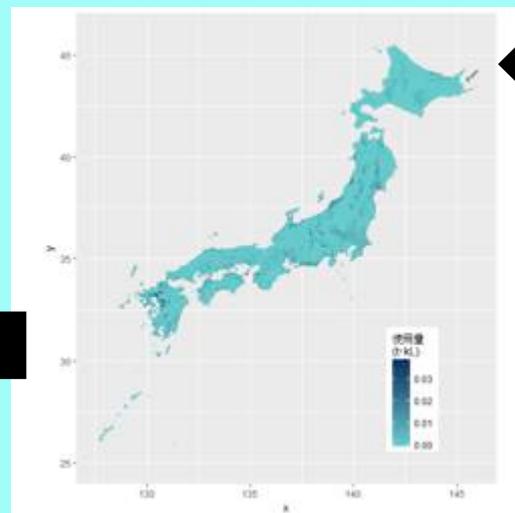
(在データ 1881地点)



都道府県別  
使用量

県別農地当り  
使用量

統合  
解析

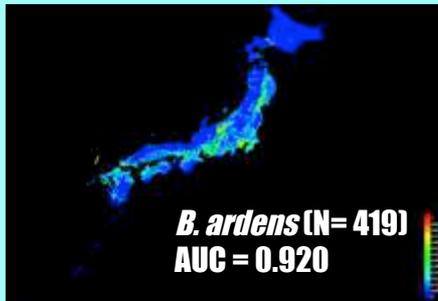


1km<sup>2</sup>あたり使用量

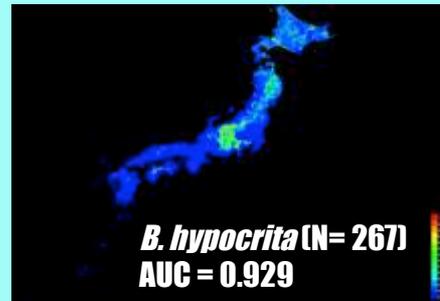
# マルハナバチ各種の生息適地マップ

arcGISを用いたMaxentモデルの結果：環境条件に加えて農地あたり農薬使用量を考慮

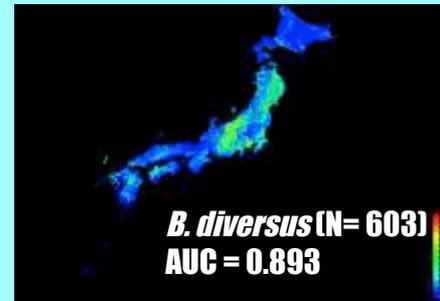
コマル



オオマル・エゾオオマル



トラマル・エソトラマル



ホンシュウハイロ



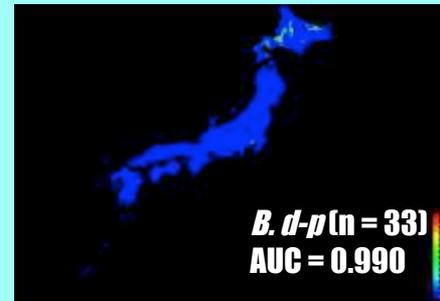
ミヤマ



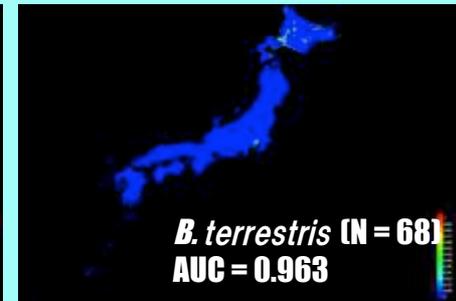
クロマル



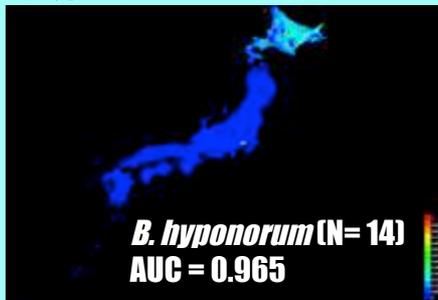
ハイロ・ニセハイロ



セイヨウオオマル



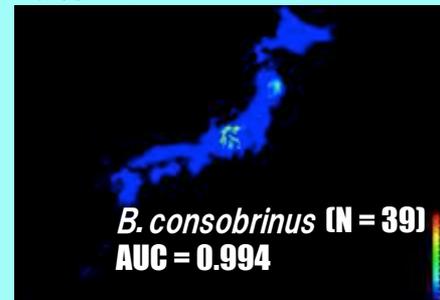
アカマル



ヒメマル



ナガマル



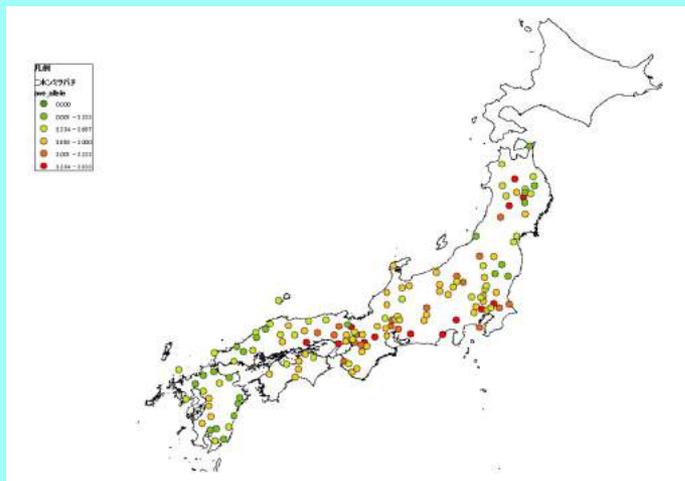
農薬使用量は多くのマルハナバチ種の出現頻度に正の効果を示すも負の効果は認められず

## サブテーマ3:ニホンミツバチ

# ニホンミツバチ個体:半数致死量( $\mu\text{g}/\text{bee}$ )

系統名	薬剤名	LD <sub>50</sub> ( $\mu\text{g}/\text{bee}$ )	LD <sub>50</sub>
		ニホンミツバチ	セイヨウミツバチ
ネオニコチノイド系(5)	アセタミプリド	0.278	8.09
	イミダクロプリド	0.0036	0.06
	クロチアニジン	0.0034	0.042
	ジノテフラン	0.0014	0.041
	チアメトキサム	0.0024	0.035
フェニルプラゾール系(1)	フィプロニル	0.0025	0.0065
有機リン系(2)	ダイアジノン	0.022	0.37
	フェニトロチオン(MEP)	0.069	0.26
ジアミド系(1)	クロラントラニリプロール	0.018	-
ピレスロイド系(1)	エトフェンプロックス	0.0048	0.015
カーバメート系(1)	カルバリル	0.042	0.63

# ニホンミツバチ: 遺伝的多様性



	相違度	ヘテロ
Longitudinal periphery	-0.138	-0.171
Altitude		
Slope angle		
Slope south-facing		0.073
Percipitation	-0.184	-0.105
Mean temperature	0.153	
Maxinum snow depth		
Mean solar radiation ( <i>I</i> )	0.105	
Season (max: Jun, min: Dec)	0.291	
Season (max: Sep, min: Mar)	0.132	
水田面積		
畑面積		
Urban area	0.224	
Natural forest		-0.093
Artificial forest		
Grassland		
Landuse diversity		
Longitudinal	-0.138	-0.171

## 研究成果を用いた、日本国民との科学・科学技術対話の活動(研究開始～プレゼン前日まで)

- ① 小・中・高等学校の理科授業での特別授業
- ② 地域の科学講座・市民講座での研究成果の講演

実施日	主催者名	講座名	開催地	参加者数	講演した「研究成果」、「参加者との対話の結果」等
H28.11.10	富山県立大学	環境講演会	富山県	300名	・マルハナバチ生態影響という成果につき講演。 ・参加者から農薬リスク管理システムと実態についてよくわかったと好評であった。
H27.10.15	福井県	生き物にやさしい米づくり推進大会	福井県	100名	・マルハナバチ生態影響という成果につき講演。 ・参加者から農薬リスク管理システムと実態についてよくわかったと好評であった。

- ③ 大学・研究機関の一般公開での研究成果の講演

実施日	主催者名	講座名	開催地	参加者数	講演した「研究成果」、「参加者との対話の結果」等
H27.7.15	国立環境研究所	ネオニコチノイド系農薬と生物多様性	茨城県	200名	・ネオニコチノイド農薬の生態影響につき講演。 ・参加者から農薬リスク管理システムと実態についてよくわかったと好評であった。

## 研究成果を用いた、日本国民との科学・科学技術対話の活動(研究開始～プレゼン前日まで)

### ④ 一般市民を対象としたシンポジウム、博覧会、展示場での研究成果の講演・説明

実施日	主催者名	シンポ名	開催地	参加者数	講演した「研究成果」、「参加者との対話の結果」等
H27.11.21	日本自然保護協会	ネオニコチノイド系農薬の生態系影響	東京都	200名	<ul style="list-style-type: none"><li>・マルハナバチ生態影響という成果につき講演。</li><li>・参加者から農薬リスク管理システムと実態についてよくわかったと好評であった。</li></ul>

### ⑤ インターネット上での研究成果の継続的な発信

### ⑥ その他、顔の見える双方向コミュニケーション活動を推進する活動

## 本課題の成果に係る「査読付」論文(国際誌・国内誌)の発表

執筆者名	発行年	論文タイトル	ジャーナル名等
Sanchez-Bayo F & Goka K	2014	Pesticide Residues and Bees – A Risk Assessment	PLoS ONE e94482
Nagamitsu <i>et al.</i>	2016	Genetic structure and potential environmental determinants of local genetic diversity in Japanese honeybees ( <i>Apis cerana japonica</i> )	PLOS ONE 11, e0167233.

他2本。以上は全て、脚注又は謝辞に「環境省」・「環境研究総合推進費」・「課題番号」を記載。

## 本課題の成果に係る「査読付論文に準ずる成果発表」論文の発表 又は 本の出版

執筆者名	発行年	タイトル	ジャーナル・出版社名等
五箇公一	2014	近年問題視されているネオニコチノイド系殺虫剤の生態影響評価の課題	昆虫と自然 2014年10月号, 2
笠井 敦	2014	ハチ類に対する残留ネオニコチノイドの影響	昆虫と自然 2014年10月号, 3-6.
田淵研・滝久智	2015	農地周辺環境と耕作地における害虫と天敵の生息数比較: 地域レベルの害虫管理への展望	植物防疫 70, 323-328.

他0本・冊。

## マスコミ発表(プレスリリース、新聞掲載、TV出演、報道機関への情報提供 等)

種類	年月	概要	その他特記事項(あれば)
プレスリリース (筑波研究学園都市記者会)	2015年6月	公開シンポジウム開催案内 「ネオニコチノイド系農薬と生物多様性～何がどこまで分かっているか? 今後の課題は何か?」	

他0件。以上は全て「環境省」・「環境研究総合推進費」・「課題番号」の掲載を情報提供先に依頼。

## 国内外における口頭発表(学会等)

学会等名称	年月	発表タイトル	その他特記事項(あれば)
第60回日本応用動物昆虫学会学会大会	2016.3	陸域昆虫類のネオニコチノイド系薬剤に対する感受性の種間差について	
第60回日本応用動物昆虫学会学会大会	2016.3	ネオニコチノイド農薬のニホンミツバチに対する影響評価	
IUCN浸透移行性殺虫剤国際シンポジウム	2016.6	Ecological Risk Assessment of Systemic Insecticide in Japan- its progress and challenges	
JSEDR 第30回環境ホルモン学会講演会	2016.6	ネオニコチノイド系農薬の諸問題	

他16件。以上は全て「環境省」・「環境研究総合推進費」・「課題番号」を明示。

## 知的財産権

知的財産権の種類	概要(簡潔に)	その他特記事項(あれば)
特許権	なし	
実用新案登録権	なし	

他0件。

## 行政ニーズに即した 環境政策への貢献事例

概要(簡潔に)	その他特記事項(あれば)
環境省「農薬の昆虫類への影響に関する検討会」において、成果の一つであるマルハナバチ類影響評価を報告、ネオニコ農薬の生態リスク評価高度化に貢献	
成果の一つであるハナバチ類生態リスク評価を環境省事務次官に説明	
農薬の昆虫類への影響に関する検討会委員において、成果の一つであるニホンミツバチの農薬影響を委員に説明	

他0件。

## 行政ニーズに即した 今後の環境政策への貢献「見込み」

概要(簡潔に)	その他特記事項(あれば)
成果の一つであるネオニコチノイド系農薬は感受性幅が広いことは農薬による生態リスク評価システムの高度化に貢献できる。	
成果の一つであるマルハナバチ毒性試験およびリスク評価手法は農薬による生態リスク評価システムの高度化に貢献できる。	
成果の一つであるニホンミツバチの農薬感受性の結果は我が国の農薬影響評価の指針に貢献できる可能性がある	

他0件。

## その他特記事項（最大5項目程度）

### 概要（箇条書きで簡潔に）

- ・生物多様性及び生態系サービスに関する政府間科学政策プラットフォーム(IPBES)の Deliverable 3(a): Thematic assessment of pollinators, pollination and food production において、執筆者として花粉媒介者への農薬影響についてこれまでの科学的知見を取りまとめた。