



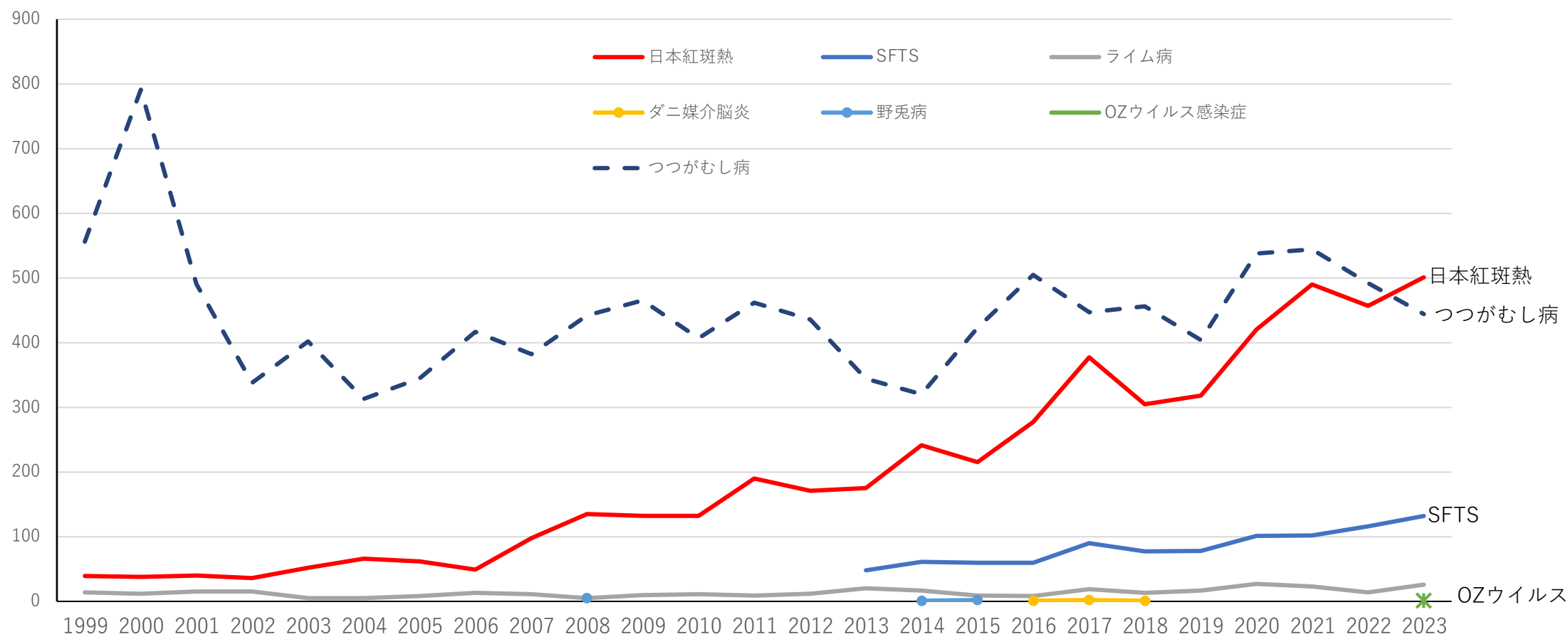
ワンヘルスの視点からみた 感染症ベクター（マダニ、ツツガムシ等）の生態学

森林総合研究所 野生動物研究領域 主任研究員 土井寛
大

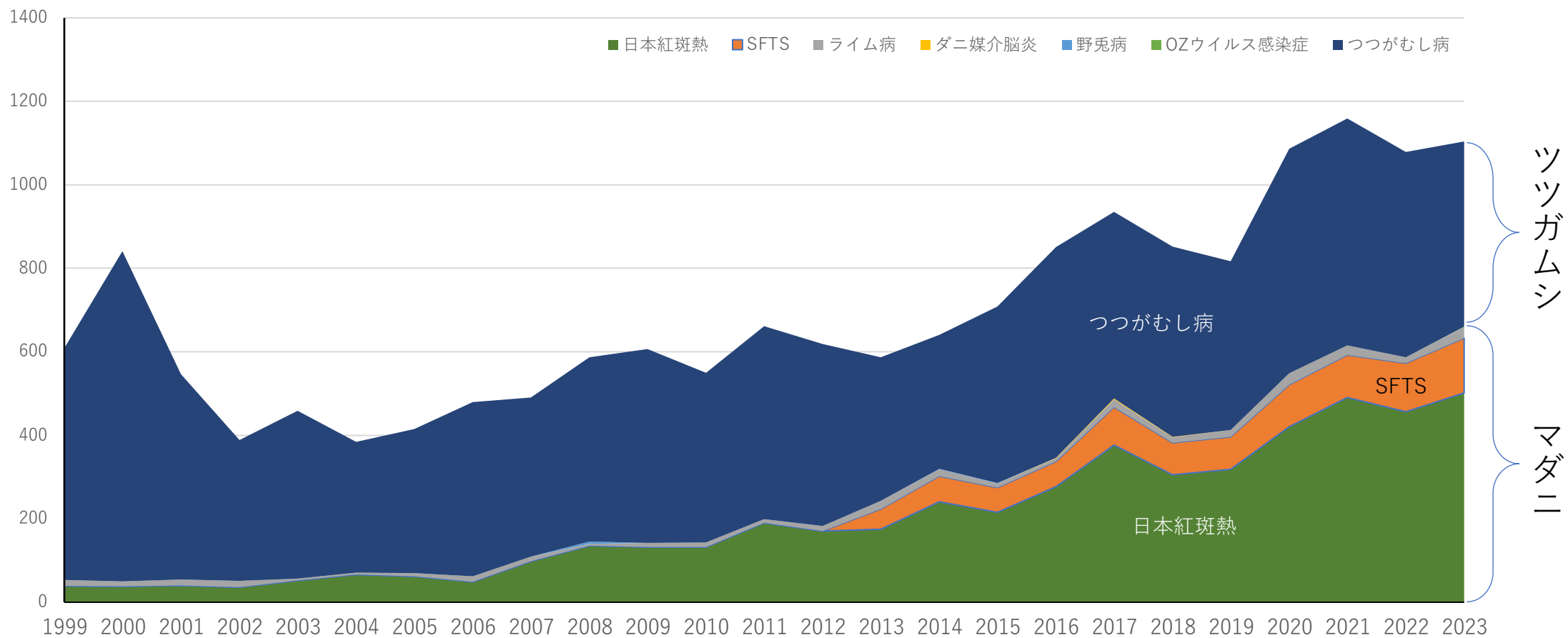
獣医師・博士（獣医学）



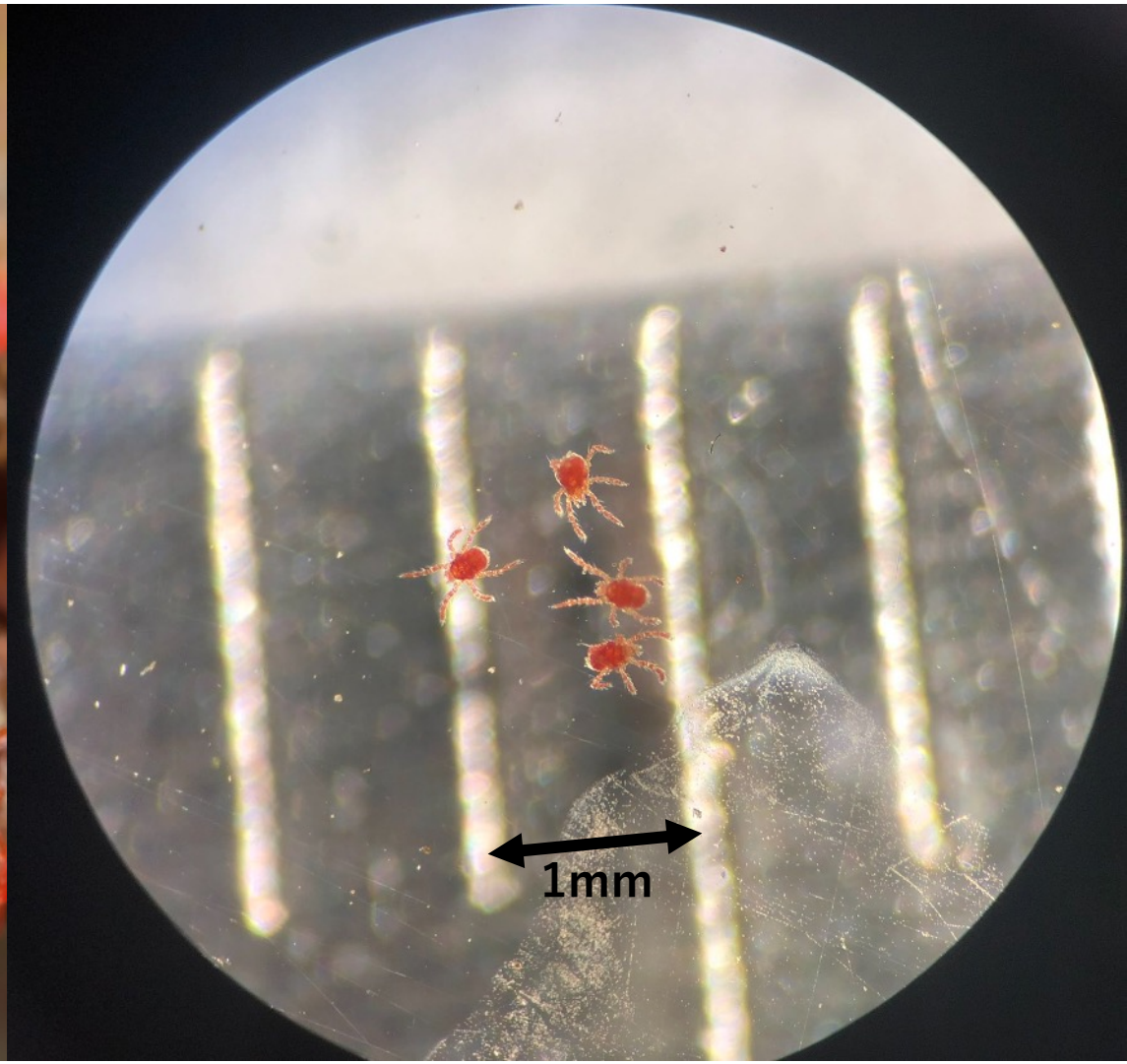
ダニ媒介感染症



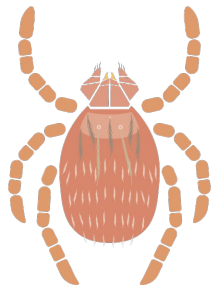
ダニ媒介感染症 1999 - 2023



x.com @Yuzuru_Yoshida

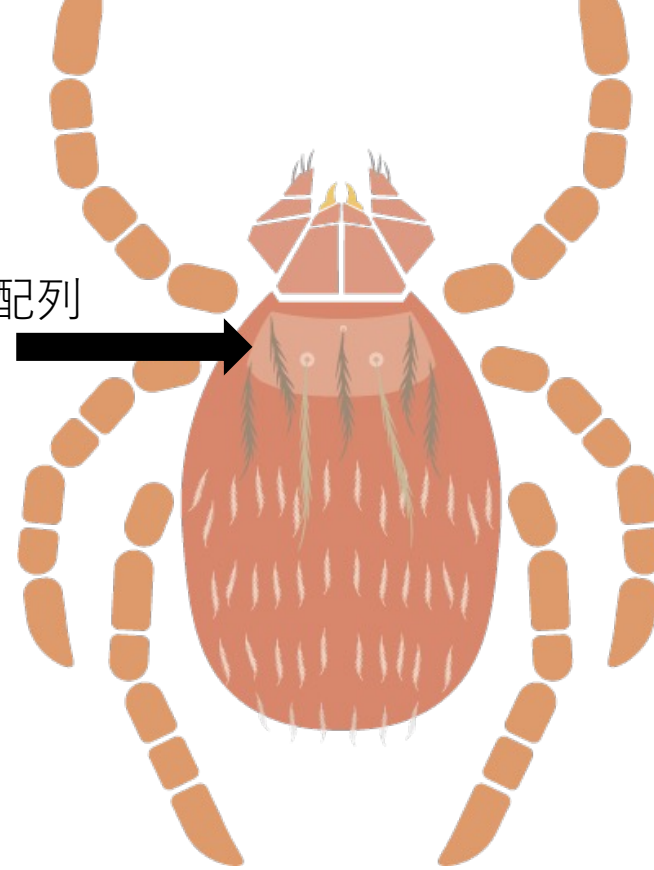


©Yuzuru Yoshida



ツツガムシ

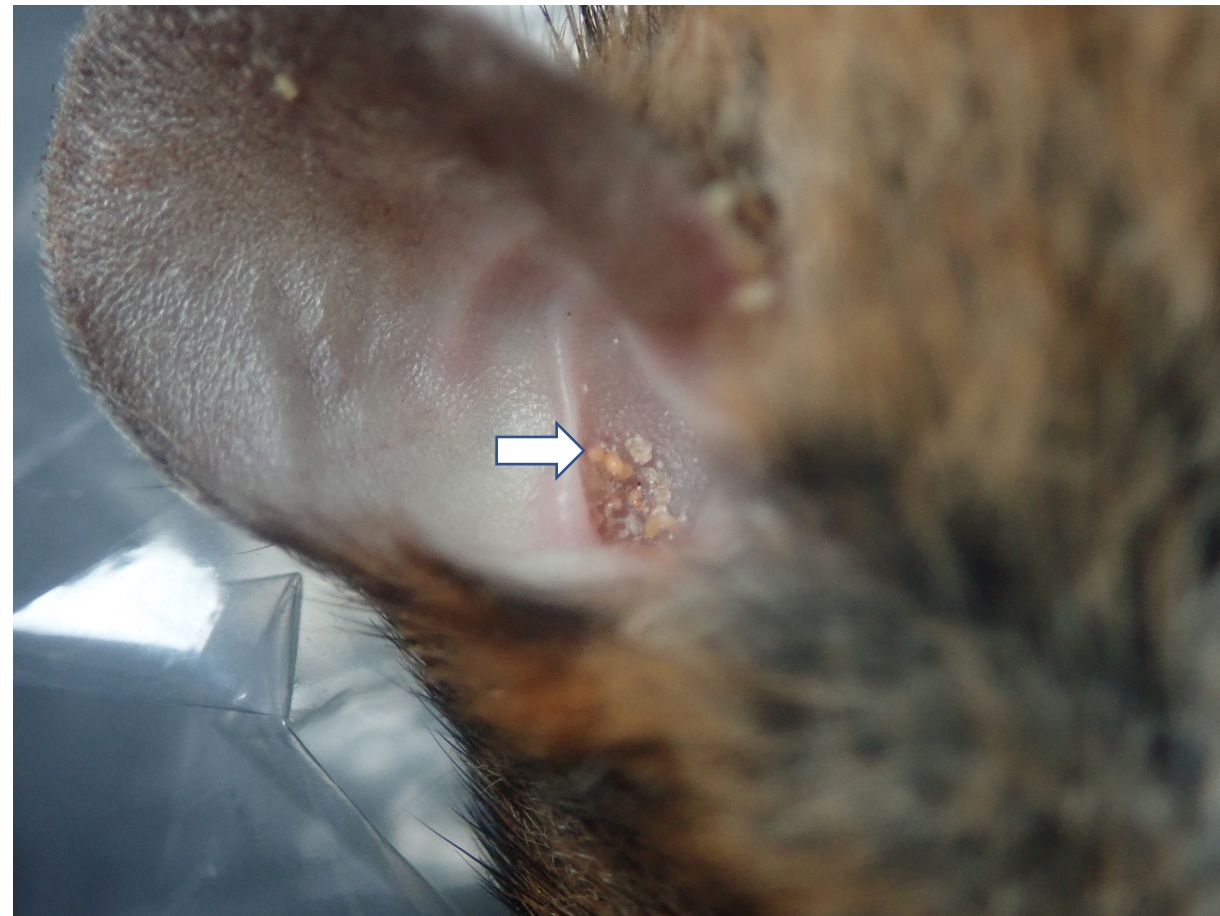
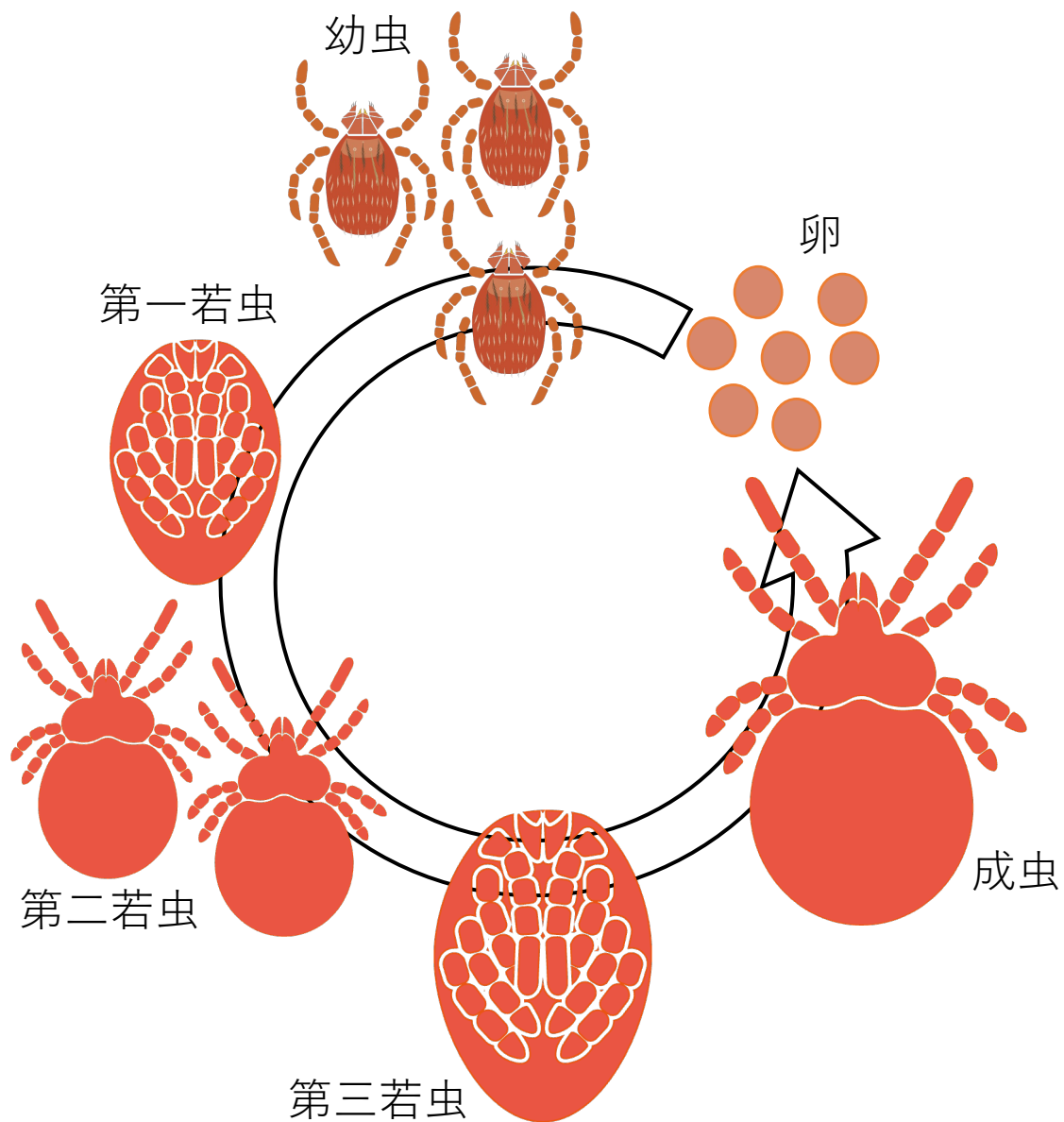
背板の形や毛の配列
で種同定できる



- ツツガムシ科
- 国内には約140種（全世界：3000種）
 - 哺乳類や鳥類、爬虫類が宿主
 - 例外的：ウミヘビやカニを宿主とする種もある
- 国内Ot媒介種（8種）
 - アカツツガムシ・フトゲツツガムシ・タテツツガムシ・アラトツツガムシ・ヒゲツツガムシ・フジツツガムシ・トサツツガムシ・デリーツツガムシ
 - 特に野ネズミ類への寄生

Ot = *Orientia tsutsugamushi*

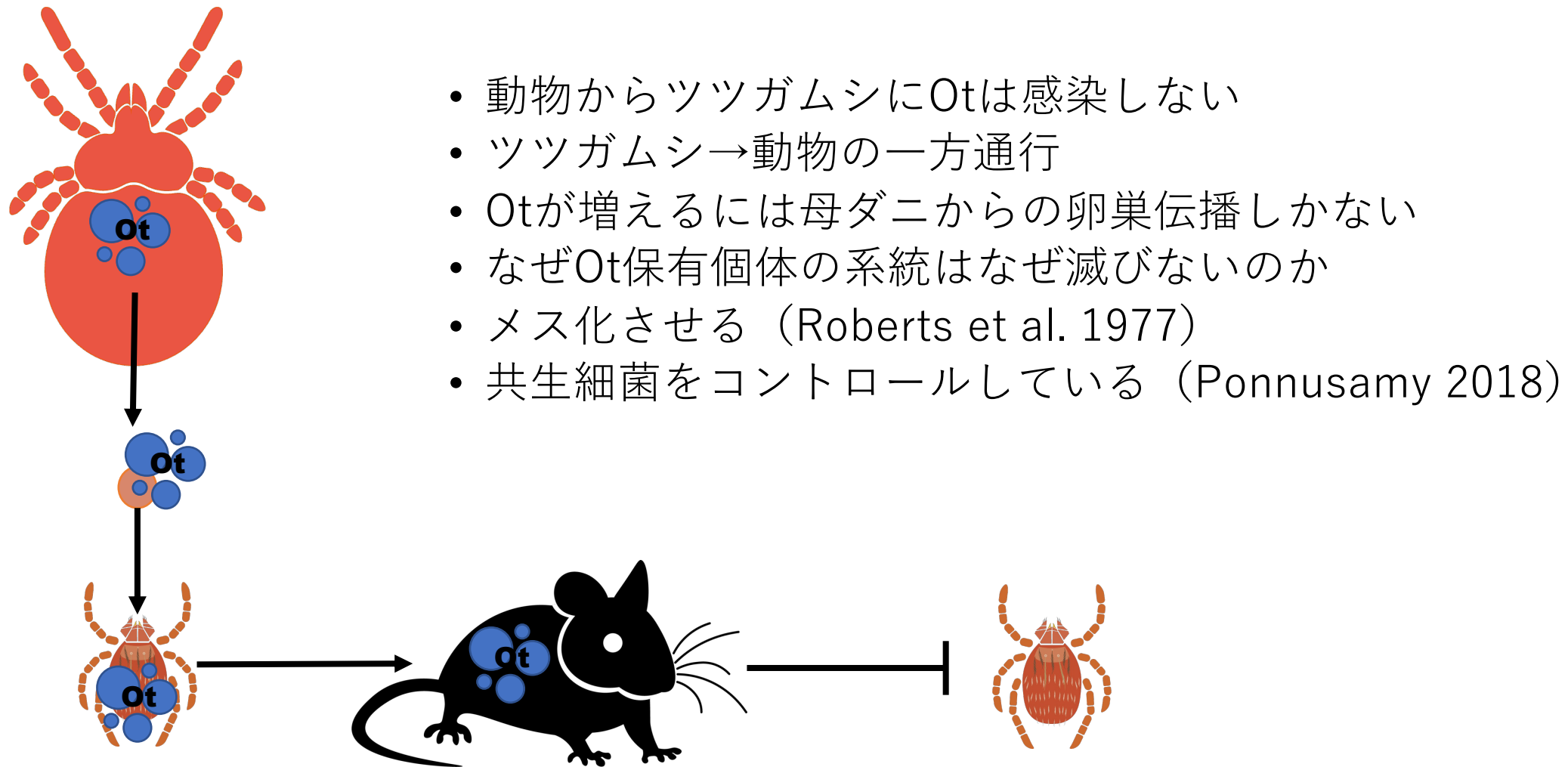
ライフサイクル



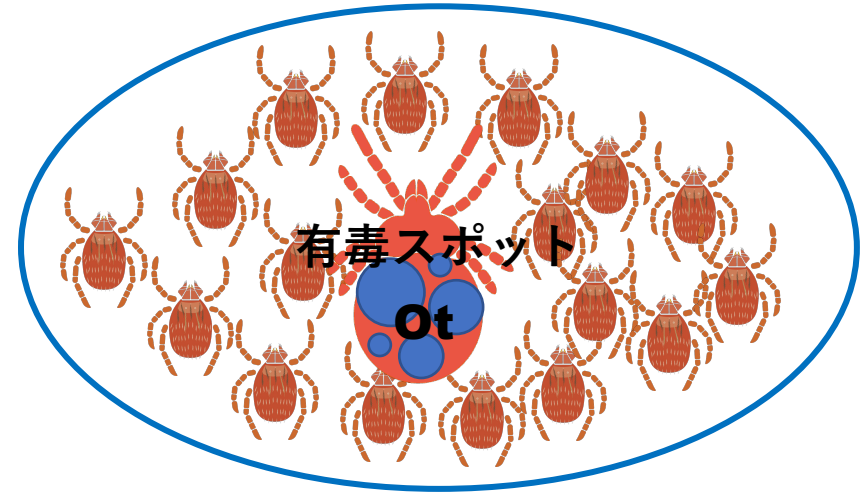
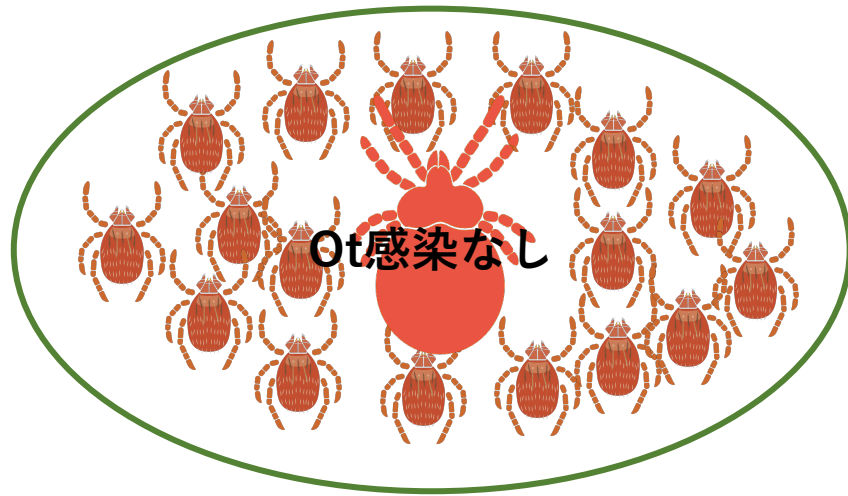
ツツガムシの奇妙な生態

- 吸汁するのは幼虫だけ
- 若虫と成虫は自由生活性で土壌生物の卵などを食べて生活する
- 第一・三若虫は非活動性

つつがむし病はなぜ続くのか？

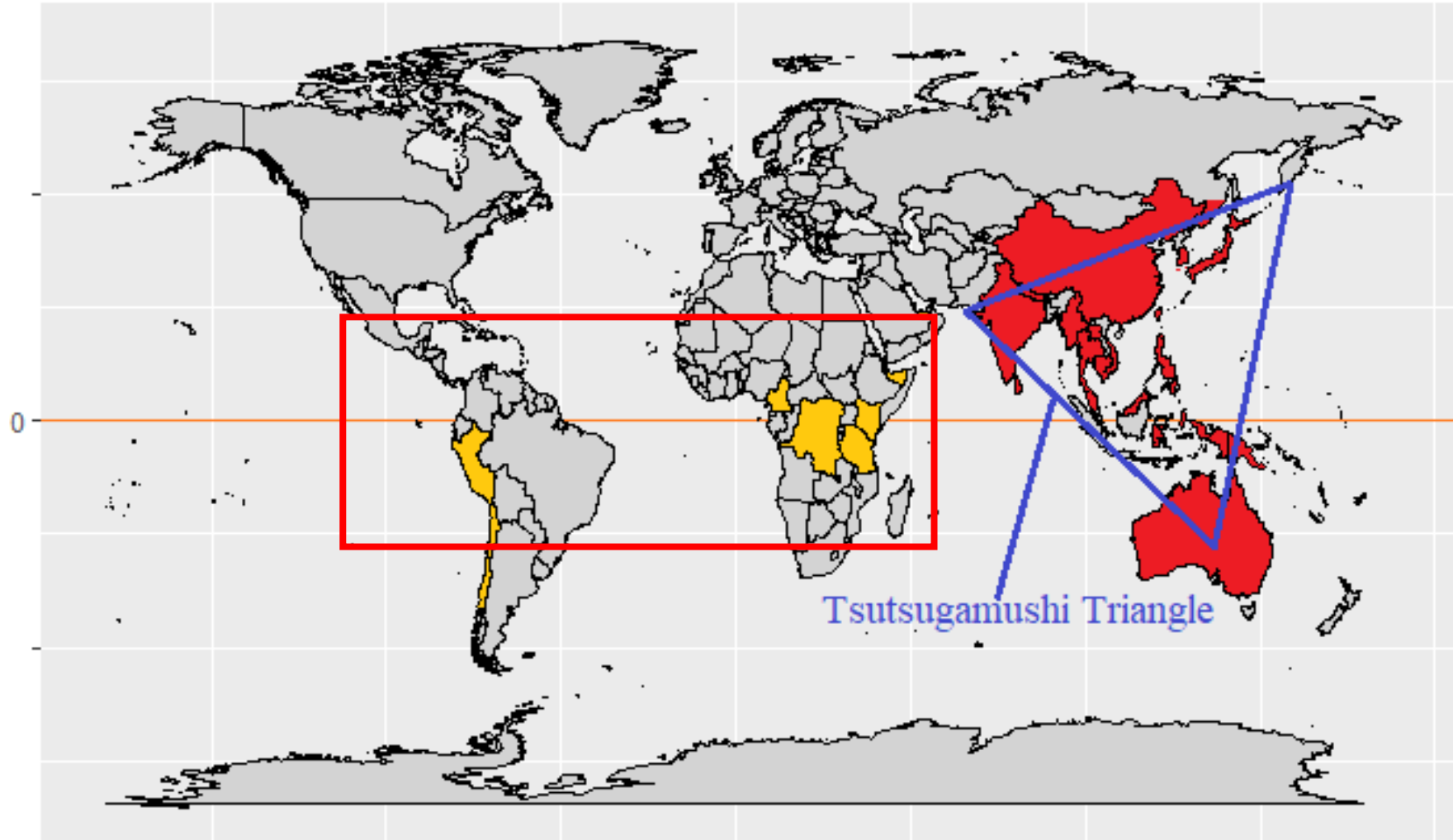


直径50cmの有毒スポット（ホットスポット）



ホットスポットの多さが感染リスクか？

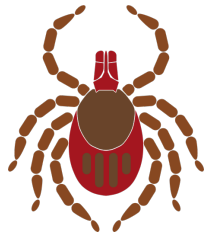
ツツガムシ・トライアングルの崩壊





ツツガムシ↓

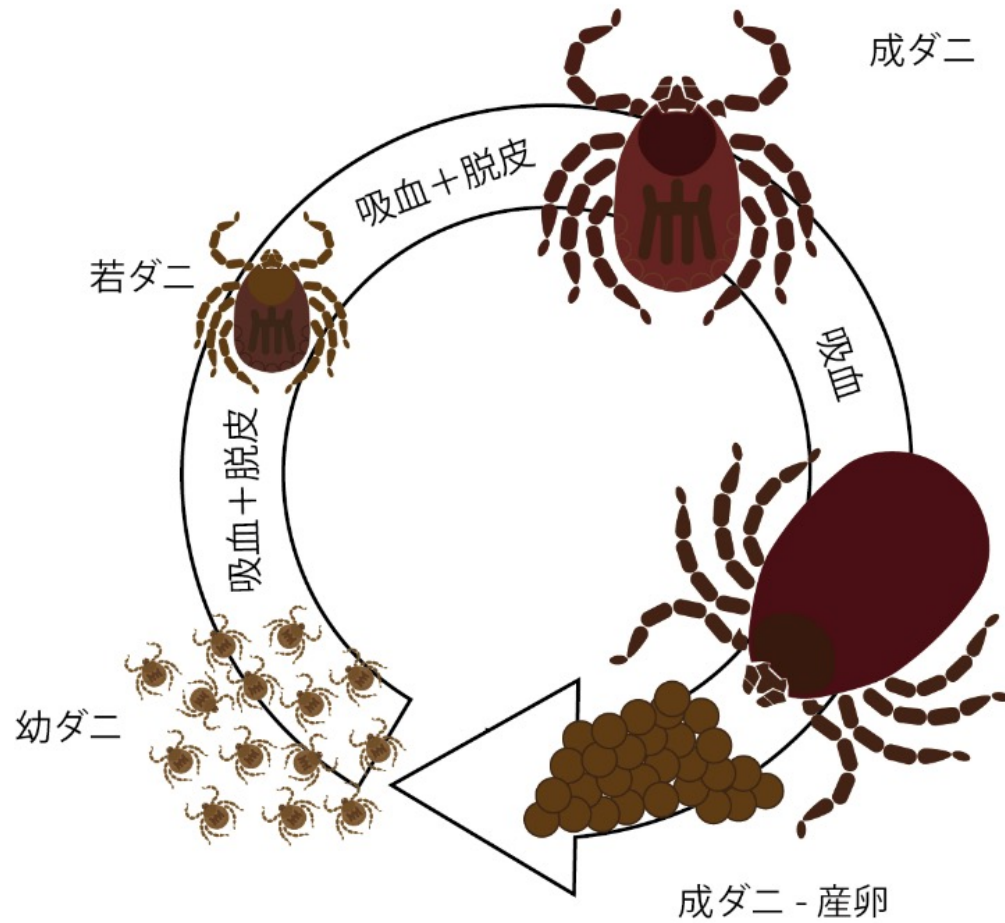
マダニ↓



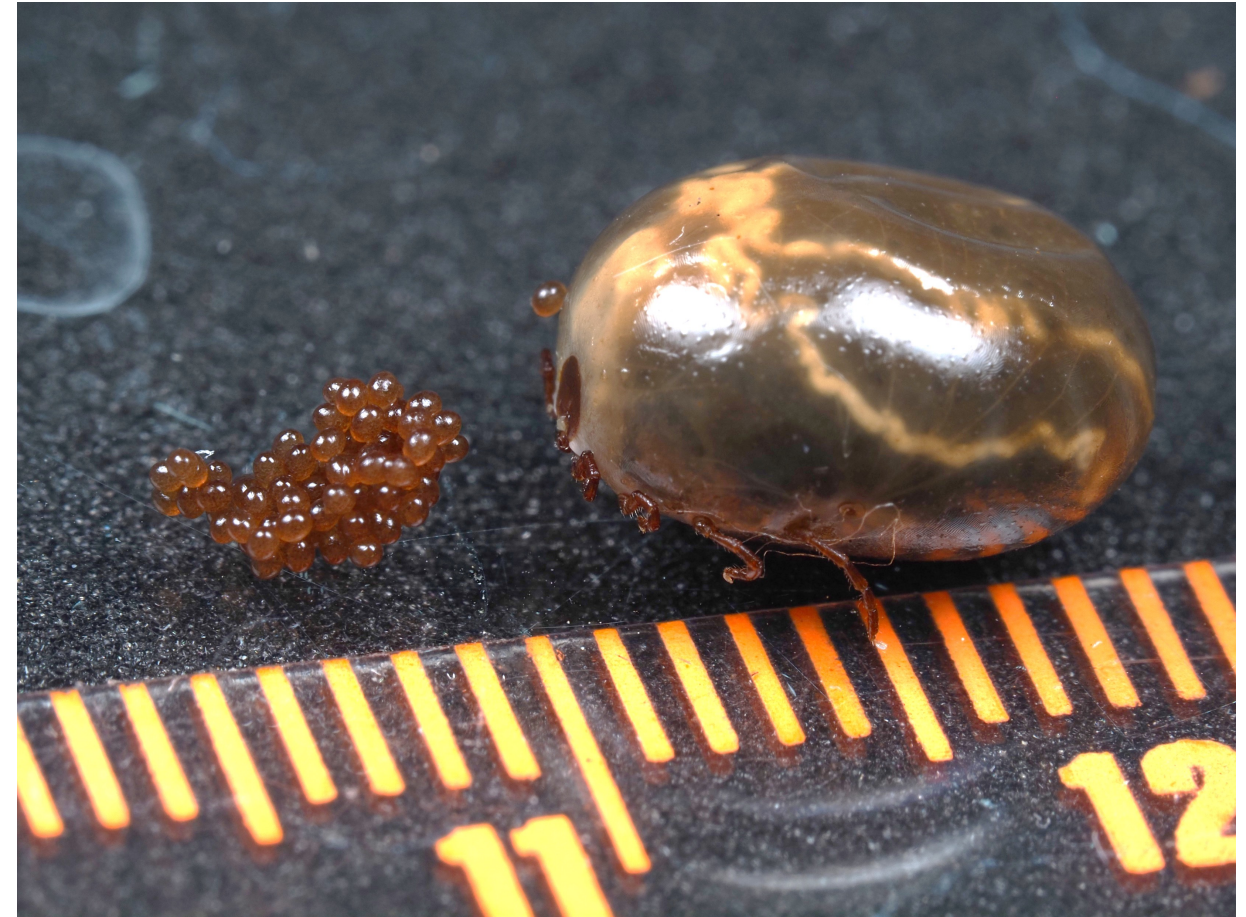
マダニ

- マダニ科（マダニ亜目はヒメダニを含む）
- 国内には4属約47種（全世界：800種）
 - 哺乳類や鳥類、爬虫類が宿主
 - まれに両生類
- 3宿主性
 - 発育ステージごとに宿主を変える→感染環が複雑
 - *Rhipicephalus microplus* (オウシマダニ)は国内で唯一の1宿主性マダニ
- 細菌、ウイルス、原虫、線虫を媒介する

ライフサイクル



産卵中のフタトゲチマダニ

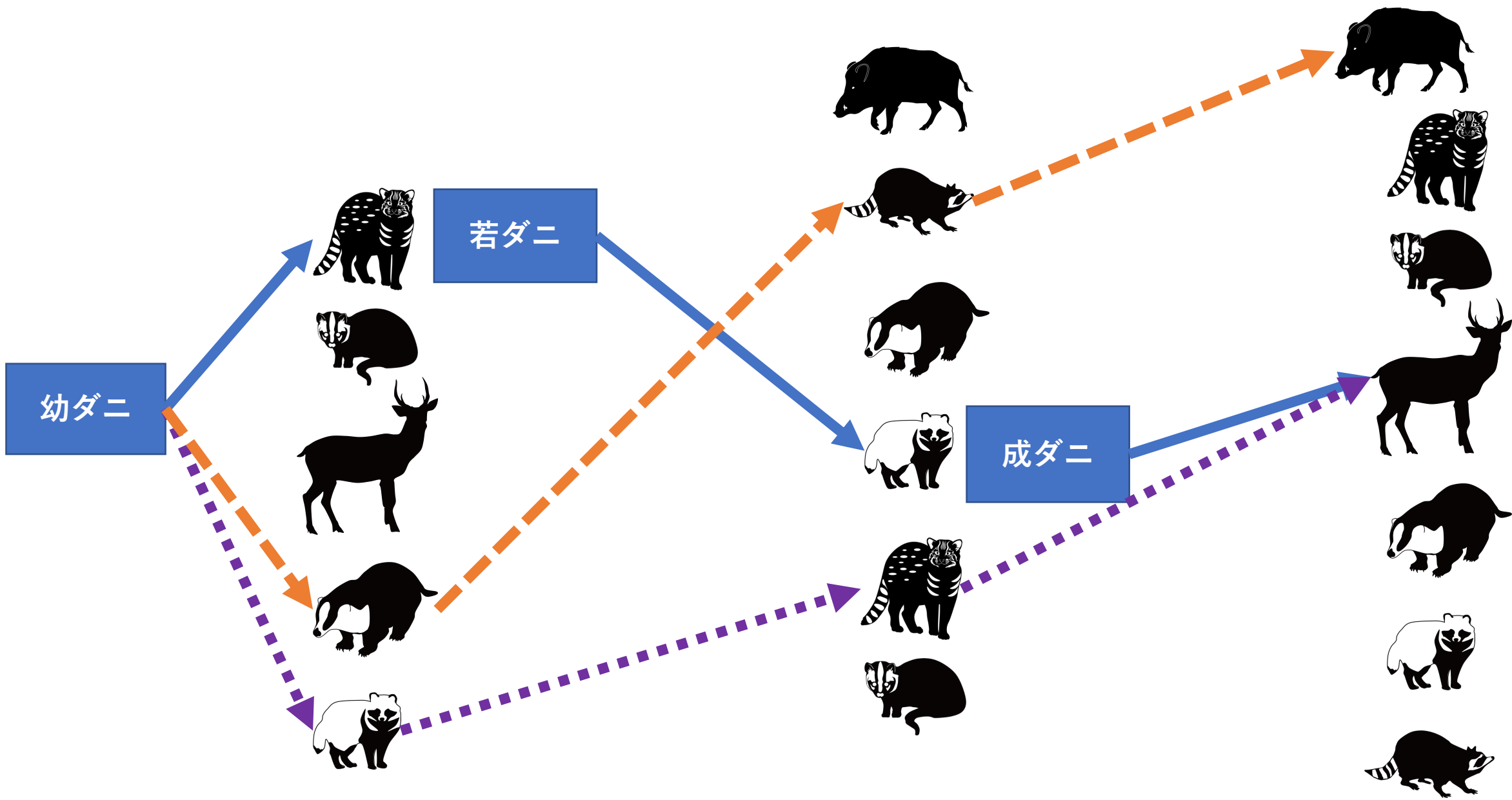


マダニの食事は一生涯に3回だけ

マダニはほとんど歩けない

- マダニの移動能力
 - 平滑な床で30m
 - 自然環境下では1.5mくらい
- 吸血時間が長い
 - 幼ダニ 1日、若ダニ 数日間、成ダニ 10-2週間
 - 吸血中のマダニの移動で分散
 - 毎回宿主動物が変わる

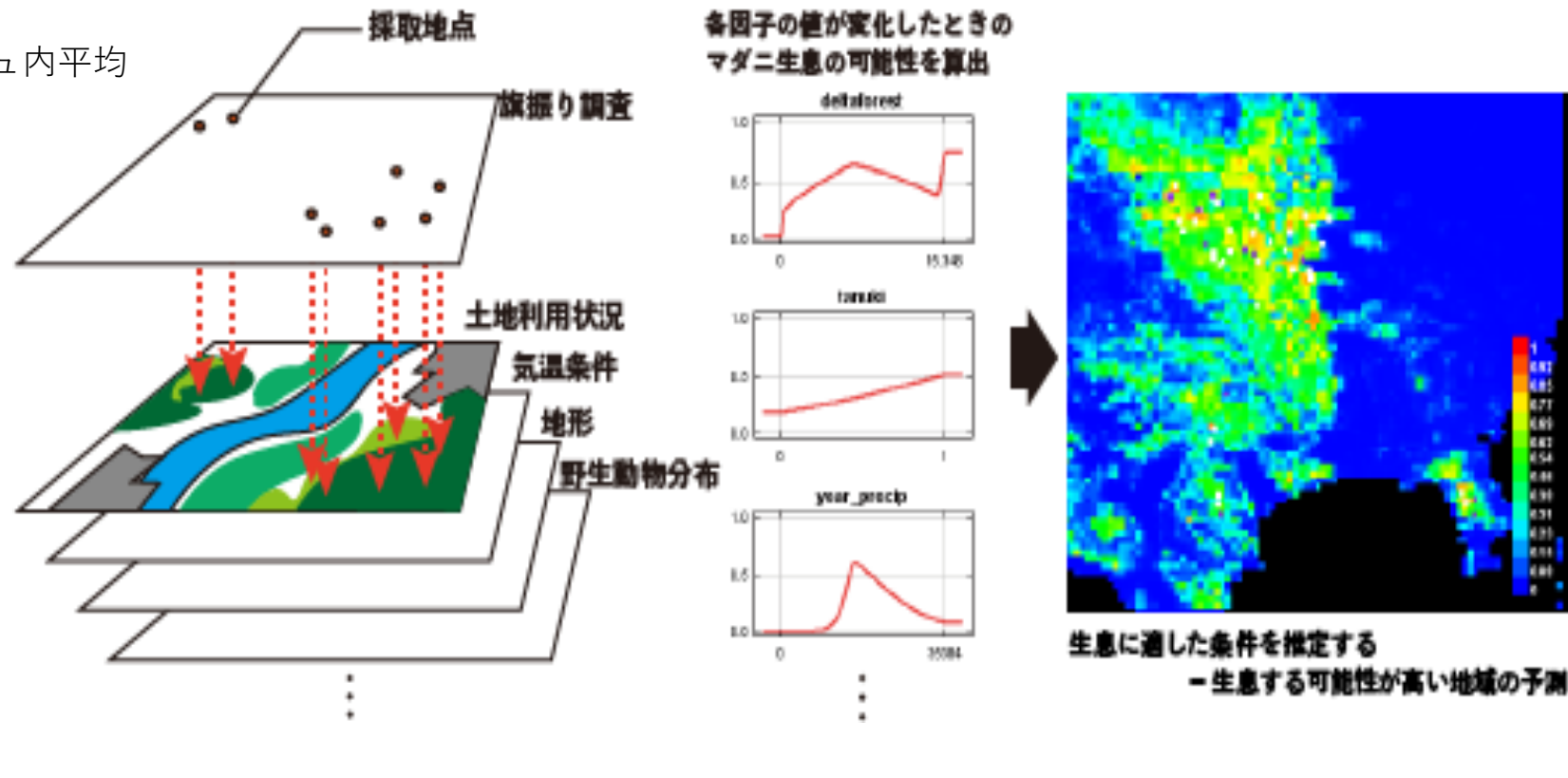


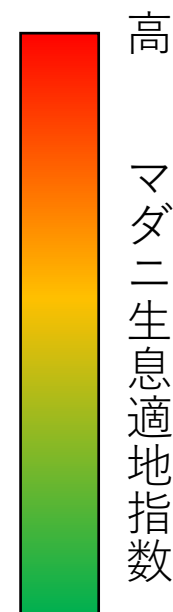
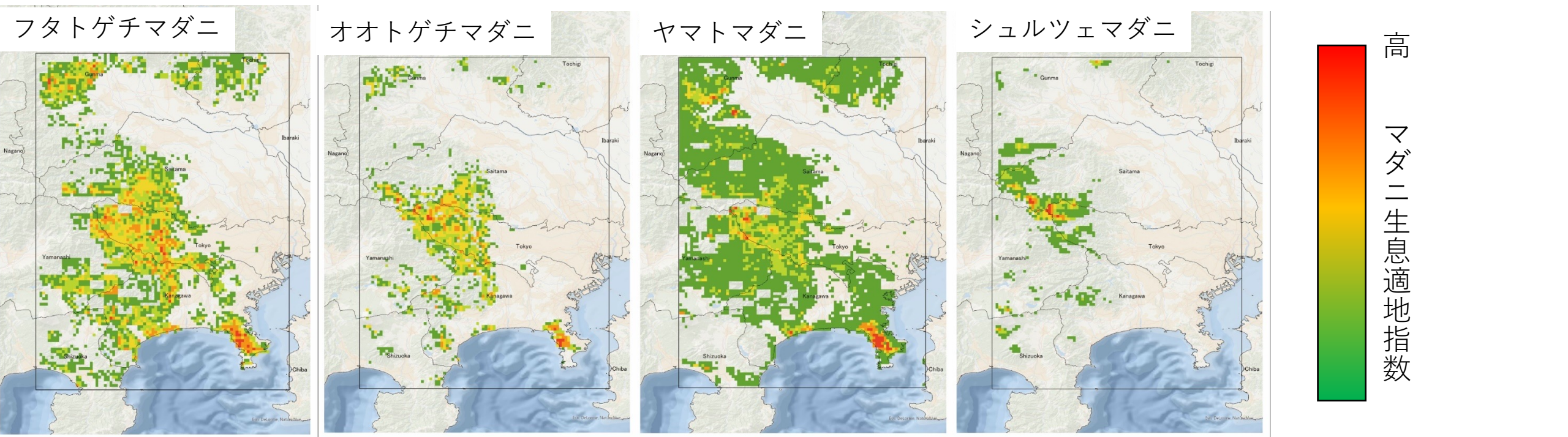
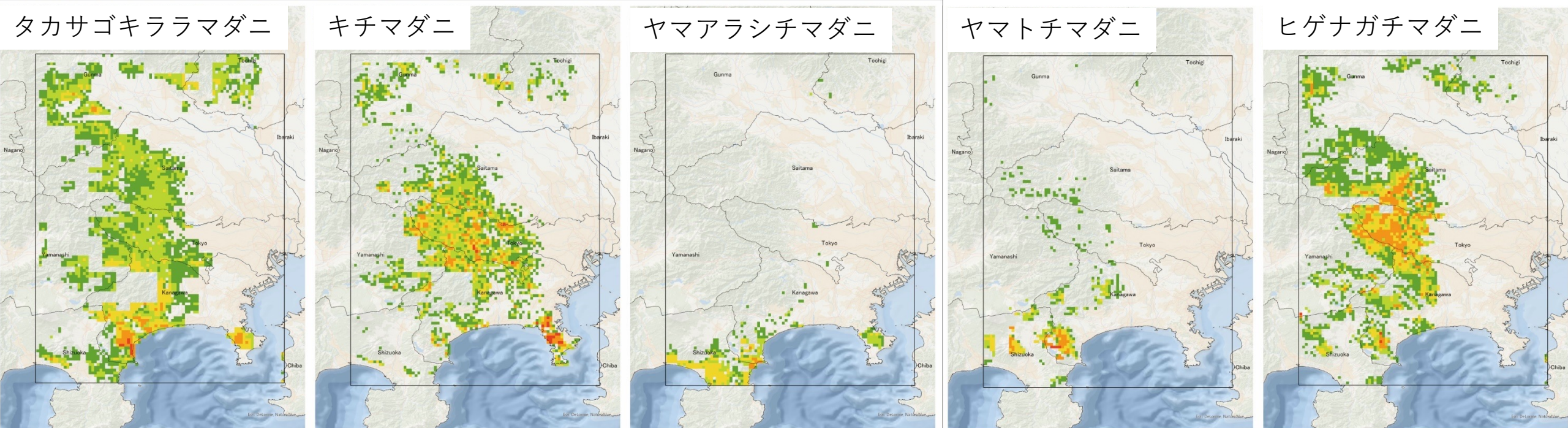


場所から宿主と環境を推定する 機械学習でマダニの生息分布を推定：MaxEntモデル

- 教師データ：134地点マダニ生息確認地点情報
- 平均気温（2月・8月）
- 降水量（年間・6月）
- 標高
- 土地利用（1kmメッシュ内の占有面積）
 - 水域・市街地・畑・水田・落葉広葉樹林・落葉針葉樹林・常緑広葉樹林・常緑針葉樹・竹林・裸地・草地・太陽光パネル
- 森林連続性
 - = 半径2km内の森林面積-1kmメッシュ内の森林面積
- 野生動物分布（環境省による在・不在データ）
 - シカ・イノシシ・タヌキ・アライグマ・ハクビシン

Maximum Entropy Modeling (MaxEnt モデル)





生息推定に影響する要因

Species	AUC	SD	Threshold	因子とモデルへの寄与率(%)				
				1st	2nd	3rd	4th	5th
タカサゴキララマダニ	0.743	0.123	0.349	イノシシ 43.80	アライ 16.40	落葉針葉樹 9.10	竹林 7.50	タヌキ 5.50
キチマダニ	0.890	0.023	0.291	森林連続度 28.80	アライ 19.10	常緑針葉樹 10.90*	標高 7.60*	年間降水 6.80
ヤマアラシチマダニ	0.976	0.006	0.611	イノシシ 30.60	2月気温 22.90	ハクビ 11.80	草地 7.40*	落葉針葉樹 6.90
ヤマトチマダニ	0.811	0.116	0.003	森林連続度 51.10	年間降水 14.00	シカ 12.60	常緑針葉樹 9.30*	ハクビ 8.00
ヒゲナガチマダニ	0.892	0.041	0.132	シカ 20.40	森林連続度 18.60	常緑針葉樹 17.80*	落葉広葉樹 8.60	アライ 8.00
フタトゲチマダニ	0.845	0.052	0.137	森林連続度 47.20	アライ 17.40	年間降水 11.80	市街地 4.10*	タヌキ 3.30
オオトゲチマダニ	0.791	0.065	0.235	森林連続度 45.00	常緑針葉樹 15.90*	年間降水 11.20	アライ 7.30	落葉広葉樹 4.70
ヤマトマダニ	0.815	0.092	0.189	森林連続度 50.20	アライ 10.10	常緑針葉樹 9.40*	2月気温 6.90*	照葉樹 6.30
シュルツェマダニ	0.960	0.020	0.022	標高 39.70	森林連続度 34.50	常緑針葉樹 14.50*	8月気温 3.80*	2月気温 3.50*

↑ AUC>0.7でモデルを採用

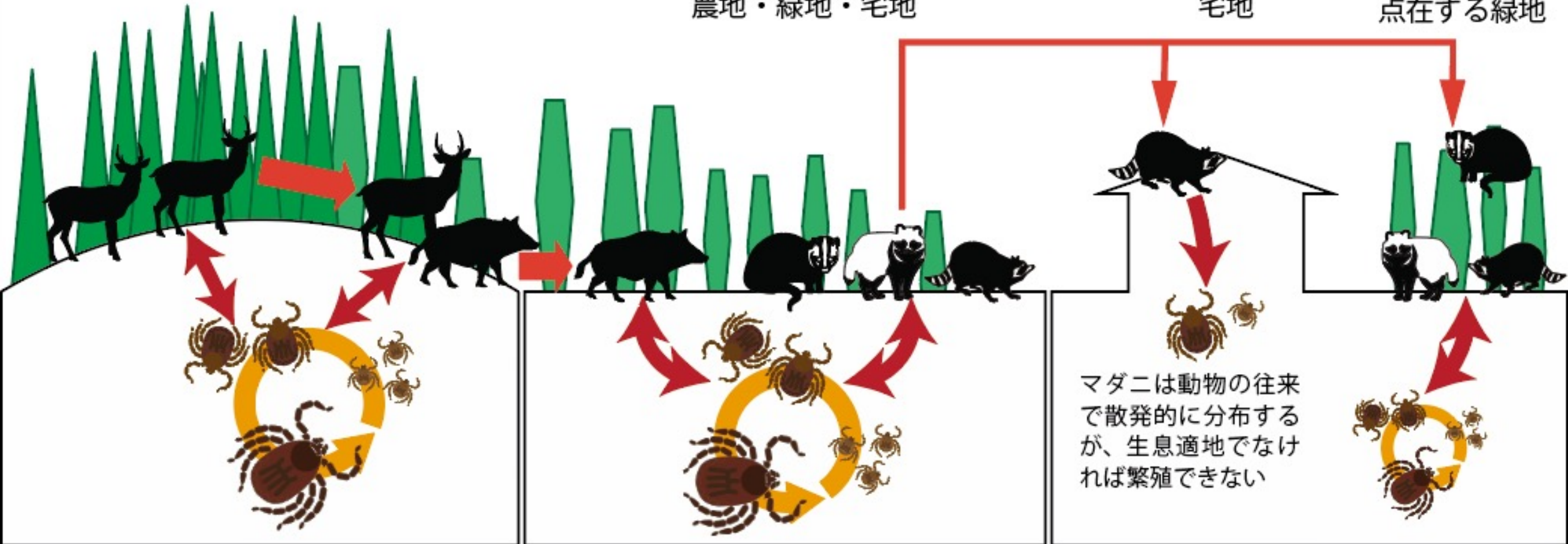
* 印は負の影響（当該値が高いほど生息適度が低い）

山地・森林

郊外・丘陵地帯
農地・緑地・宅地

市街地
宅地

市街地に
点在する緑地



マダニは動物の往来
で散発的に分布する
が、生息適地でな
ければ繁殖できない

マダニを増やすだけではない野生動物：Ecological Trap

- Keesing et al. 2009
 - <https://doi.org/10.1098/rspb.2009.1159>
- オポッサム
- 北米・有袋類
- 付着したマダニの90%以上を食べた
 - マダニを減らす生態機能をもつ生き物





日本にも Ecological Trap ?

- アライグマには大量のマダニ
- ハクビシンはきれいなことが多い

①単なる宿主特異性

②ハクビシンがマダニを除去or忌避

- 近しいニッチに生息する動物をマダニは区別できるのか？



↓ 咬着マダニ

摂食マダニ→

キチマダニ咬着量

成ダニ

若ダニ

幼ダニ

Total

未消化マダニ数

成ダニ

若ダニ

幼ダニ

Masked palm civet
ハクビシン

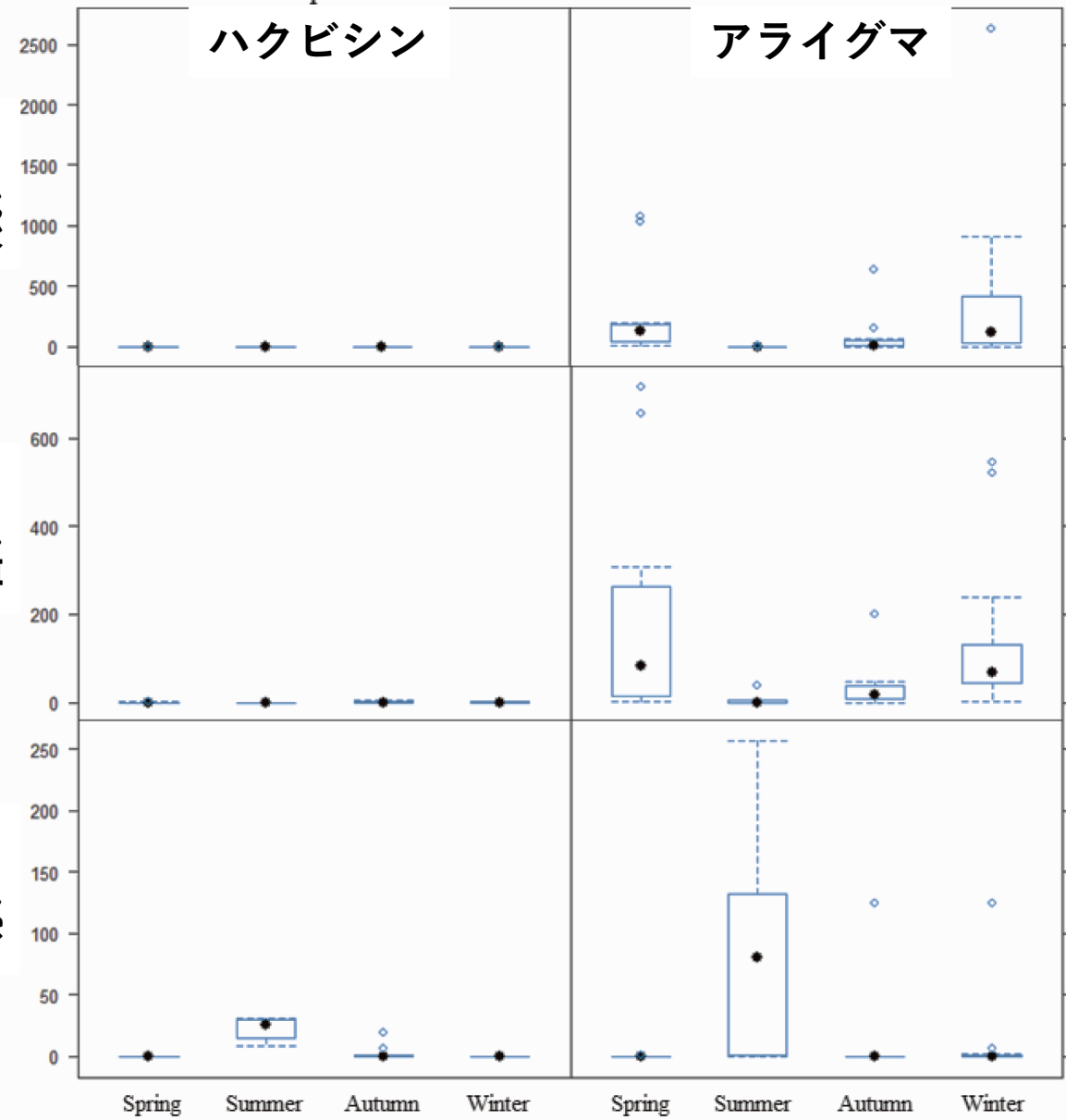
Raccoon
アライグマ

Masked palm civet

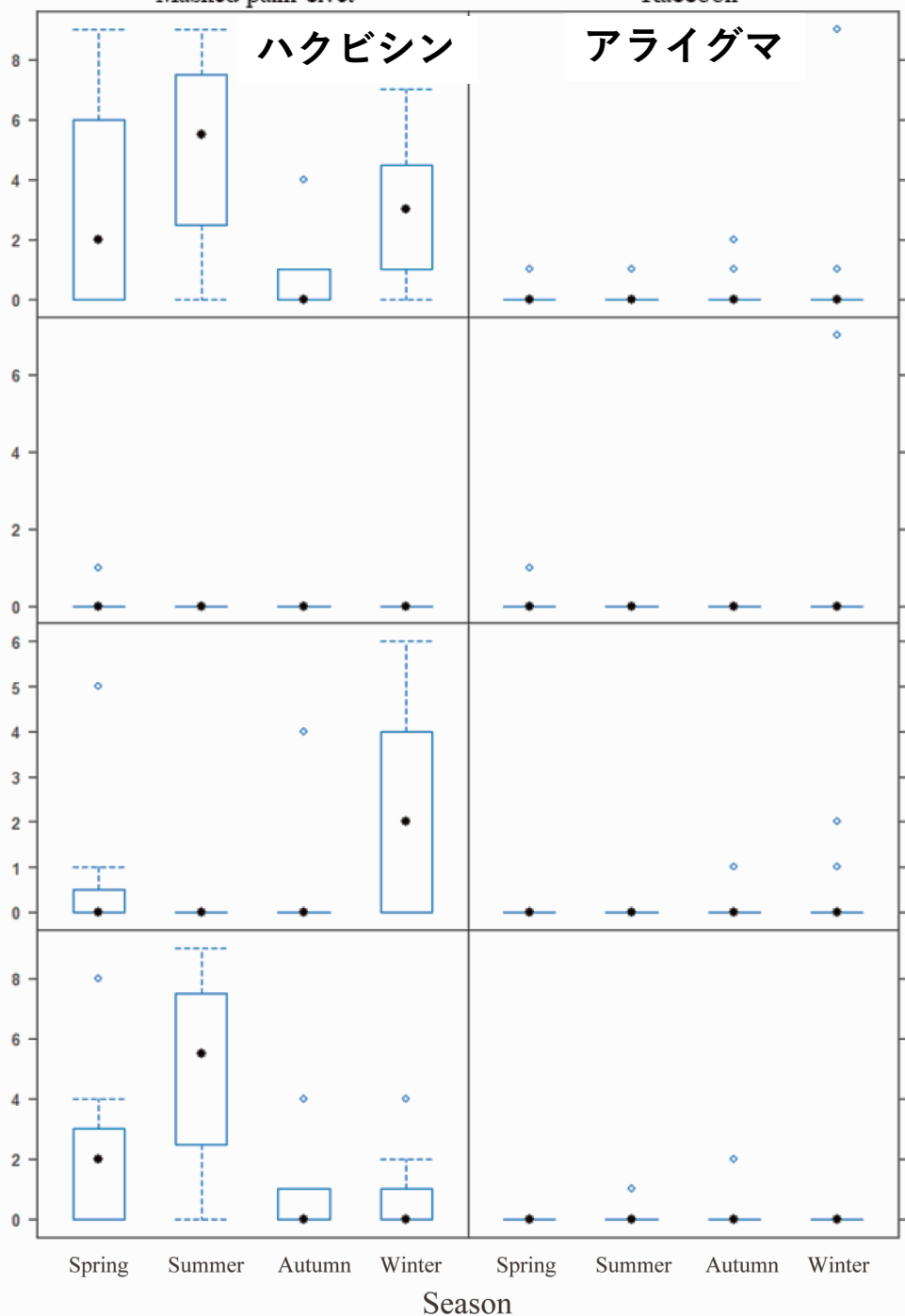
Raccoon

ハクビシン

アライグマ

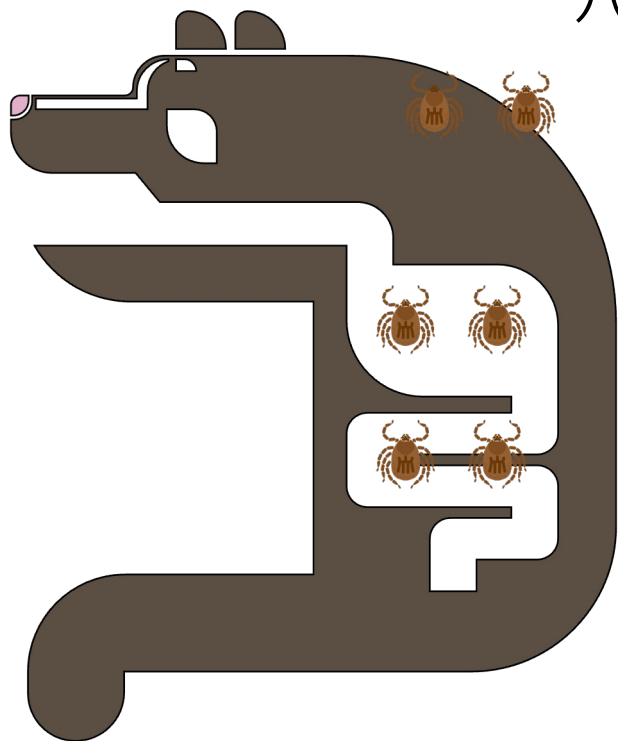


[春季 (4-6月)、夏季(7-9月)、秋季(10-12月)、冬季(1-3月)]



体表マダニ

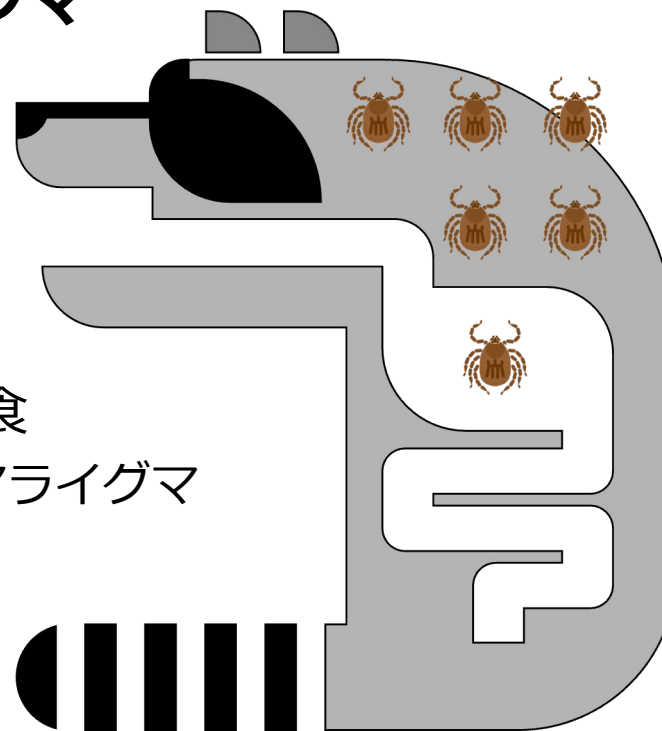
ハクビシン<アライグマ



ハクビシン = Ecological Trap
マダニを食べて減らす

マダニ摂食

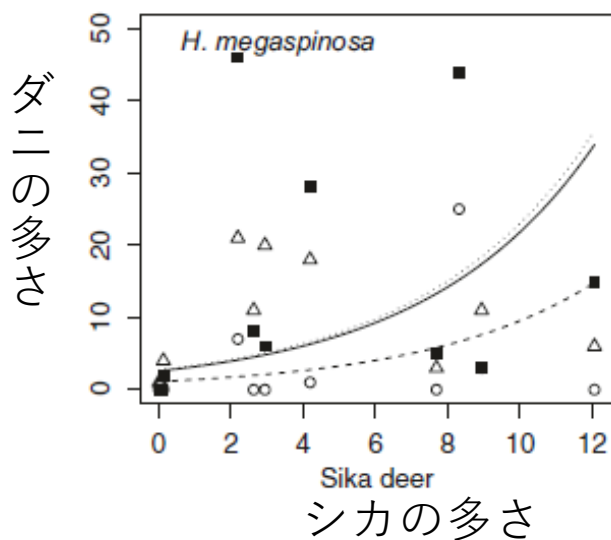
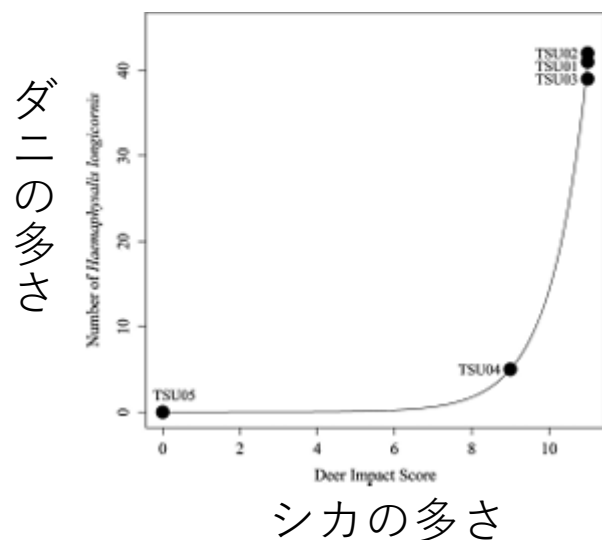
ハクビシン>アライグマ



アライグマ = Ecological Booster
マダニの成長・繁殖に寄与する

マダニの生態→マダニ媒介感染症の潜在リスク

- マダニに吸血されたくない宿主 vs 吸血したいマダニ
- マダニに吸血されやすい宿主動物の増減
 - 生息地内でマダニを増やす可能性が高い
 - ベクターが豊富にいる＝マダニ媒介感染症リスクが高い
- 患者が出たからマダニ調査ではなく、先回り調査で注意喚起



思わぬ侵入経路

南半球から北半球へ

- *Ixodes kerguelenensis*
- ハシボソミズナギドリ
- 千葉県で保護
- 鳥の繁殖地 ケルゲレン島



Fig. 1. Dorsal and ventral view of *Ixodes kerguelenensis*. The black line indicates 5.0 mm.

Role of Migratory Birds in Spreading Crimean-Congo Hemorrhagic Fever, Turkey

Hakan Leblebicioglu, Cafer Eroglu,
Kiraz Erciyas-Yavuz, Murat Hokelek,
Mustafa Acici, and Hava Yilmaz

We investigated migratory birds' role in spreading Crimean-Congo hemorrhagic fever virus (CCHFV) through attached ticks. We detected CCHFV RNA in ticks on migratory birds in Turkey. Two isolates showed similarity with CCHFV genotype 4, suggesting a role for ticks in CCHFV epidemics in Turkey and spread of CCHFV by birds.

- 渡り鳥の経路と患者発生地が一致
- 鳥フルに次いで渡り鳥によるマダニ媒介感染症の越境を警戒

The Study

Birds were caught by mist-nets, banded (ringed), and examined for ticks at the Cernek Bird Ringing Station (41°36'N, 36°05'E) in the Kizilirmak Delta in Turkey, an internationally important wetland area for birds (4). We conducted the study during the spring and autumn migration seasons in 2010 and 2011 and in spring 2012. Bird species and number of ticks on each species were recorded. Each tick was speciated by examining morphologic characteristics under stereomicroscope (5).

The identified ticks were placed in tubes with steel beads and homogenized at the maximum speed (50 Hz) for 10 min in TissueLyser LT device (QIAGEN, Hilden, Germany).

recom
Kit (Ro
a small
kept at
In
tions, v

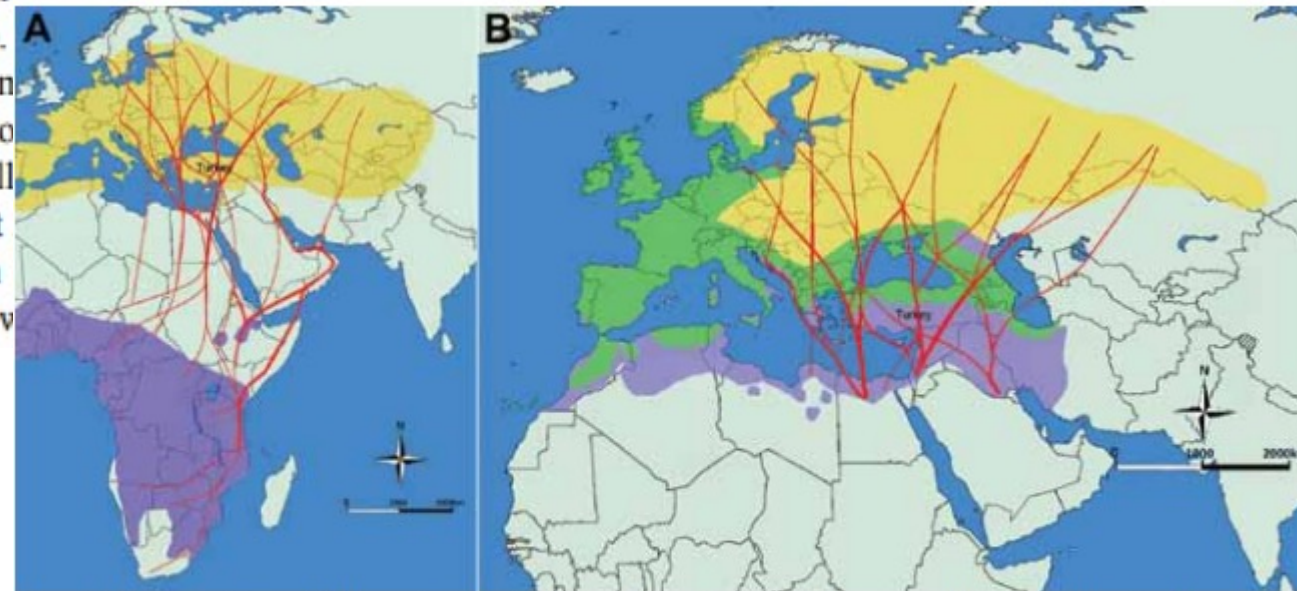


Figure 2. Migration patterns of birds carrying ticks with Crimean-Congo hemorrhagic fever virus. A) Great reed warbler (*Acrocephalus arundinaceus*) eastern migration routes (red lines), breeding grounds (yellow) and wintering areas (purple). Bodies of water are blue, and nonbreeding/nonwintering areas are light green. B) European robin (*Erithacus rubecula*) eastern migration routes (red lines), resident grounds (green), breeding grounds (yellow), and wintering areas (purple). Bodies of water are blue, and nonbreeding/nonwintering areas are light green.

ダニと感染症

気候 + 環境

- ・ベクターであるダニ
- ・宿主である野生動物

両者の生態の組み合わせ
= リスク

↓
病原体・宿主動物・ベクター・環境
複合的な解析で効果的に予防できる

謝辞

- 藤田博己 博士
- 馬原文彦 博士
- Felicia Keesing PhD
- Richard Ostfeld PhD
- 国立感染症研究所 獣医科学部
 - 国立環境研究所
- 森林総研 野生動物研究領域
- 森林総研 多様性・気候変動
- 日本獣医生命科学大 野生動物