

令和 5 年度厚生労働科学研究費補助金  
(新興・再興感染症及び予防接種政策推進研究事業)  
「我が国の狂犬病清浄性の検証及び関係機関の連携強化のための研究」  
分担研究報告書

狂犬病のリスク評価とそれを用いた提言

研究分担者 氏名(所属) 西浦 博 (京都大学)  
研究協力者 氏名(所属) 雨宮 優理 (京都大学)

研究要旨

狂犬病予防法が昭和25年に施行されて以降、我が国では60年以上国内におけるヒト感染事例がない。他方、狂犬病の予防手段として、犬の狂犬病予防接種割合を70%以上に保つことが推奨されている。日本では飼い犬の狂犬病の予防接種は毎年の義務とされるが、2022年度での登録犬中における達成接種割合は70.9%であった。犬の接種割合は近年減少傾向にあり、未登録犬の存在も考慮すると、犬に対する狂犬病予防接種による免疫保持割合の定量化と都道府県ごとの異質性、免疫保持割合の影響因子の探索は公衆衛生上、重要な課題である。

本研究課題は狂犬病予防接種体制を推進するための方策を提言することを目標に据えている。その中で、本分担研究においては、昨年度行った日本の狂犬病予防接種と飼い主の特徴との関連解析の実施時に収集した調査データに基づく集団免疫度の評価を実施することにより、狂犬病予防接種割合に寄与し得る事項や予防接種効果について理解を深化させることを目的とするものである。得られた知見を適用し、集団免疫度を47都道府県で定量化したのち、集団免疫度に関連する影響因子の探索を行うべく研究作業に取り組んだ。

2年目となる令和5年度には、犬個体群内の免疫保持割合と未来の予防接種政策毎に予想される免疫保持割合の変化の予測を実施した。また、都道府県ごとの免疫保持犬の割合の定量化とそれに影響を与える影響因子を明らかにした。分析の妥当性について疫学を専門にする立場から分析した。定期的に開催した研究班会議を通じて分析結果について研究班員および担当部局と共有し、これまでに積み重ねられてきた研究で不足している点や諸外国での研究結果について検討を要する点について議論を重ねた。

A. 研究目的

本研究の目的は、飼い犬集団内における年齢別の予防接種歴を再構築し、日本における狂犬病に対する免疫を保有する飼い犬の割合を推定し、狂犬病予防接種方針の変更に伴い、免疫保有割合の変化を定量化することである。また、定量化されたモデルを各都道府県に適用し免疫保有割合を定量化し、それに影響する因子を探索することも目的に据えて研究に取り組んだ。

B. 研究方法

本研究では犬の登録頭数、登録犬の予防接種率の公表値、社会調査に基づく犬の経時的

狂犬病予防接種履歴という 3 つの観察データを用いた。犬の個体群動態は厚生労働省が公表する衛生行政報告例の中の新規登録申請数と犬の生命表に関する研究論文を用いて再構築した。衛生行政報告例の未公表であった1997年から2004年のデータは、20-29歳の人口数に比例すると仮定し、該当年の欠損を外挿した。なお、この外挿は新規に犬を飼育する主な年齢群は20代であるという日本ペットフード協会が行った調査に基づいて行った。なお、2030年までの新規登録申請数は20代の将来推計人口数に比例すると仮定して算出した。2021年の衛生統計より、予防注射済票交付数を登録犬の予防接種回数として予防接種

割合を算出した。都道府県ごとの接種割合も同様に算出した。また、犬の免疫保有割合が時刻と年齢に関してどのように分布しているかを定量化するために、2022年8月31日から9月7日にかけてインターネット上で社会横断調査を実施した。研究参加者は現在犬を飼育している人であり、年齢と居住地が日本全体の比率と同程度になるように便宜的なサンプリング (convenient sample) を行った。質問項目は飼い主と犬の人口統計学的特徴、犬の予防接種歴に関する項目で構成した。

日本の飼い犬における狂犬病に対する免疫保有割合をカレンダー時刻と年齢の関数として演繹的モデルで接種のメカニズムを記述することで定量化した。犬の狂犬病予防接種傾向はこれまでの接種履歴によって大きく異なることがよく知られており、それは前年の犬年齢の関数で記述可能である。ここで、ある年齢  $a$  歳での予防接種確率は  $a-1$  歳での予防接種歴に依存すると仮定してモデルを構築した。まず、 $a-1$  歳で予防接種をした場合の  $a$  歳における条件付き予防接種確率  $g_a$ 、 $a-1$  歳で予防接種をしていないが  $a$  歳で接種する条件付き予防接種確率  $h_a$  を社会調査より得られたデータから算出した。次に条件付き確率  $g_a$  と  $h_a$  を用いて、犬の予防接種歴を再構築した。図1は3歳までの予防接種モデルのフローチャートである。 $a$  歳での予防接種確率は0歳からの全ての接種パターンの確率の合計として記述できると仮定した。あるカレンダー時刻  $t$  年における0歳の予防接種確率を  $q_{0,t}$  とした。したがって、0歳の接種確率は  $q_{0,t}$ 、1歳での接種確率は  $q_{0,t}g_1 + (1 - q_{0,t})h_1$ 、2歳での接種確率は  $q_{0,t}\{g_1g_2 + (1 - g_1)h_2\} + (1 - q_{0,t})\{h_1g_2 + (1 - h_1)h_2\}$  と記述した。3歳以上の場合、式(1)のように一般化した。

$$R_{a,t-a} = \{g_1A_{a-1} + (1 - g_1)B_{a-1}\}q_{0,t-a} + \{h_1A_{a-1} + (1 - h_1)B_{a-1}\}(1 - q_{0,t-a}), \quad (1)$$

$$A_a = g_1A_{a-1} + (1 - g_1)B_{a-1} \quad (a \geq 3)$$

$$B_a = h_1A_{a-1} + (1 - h_1)B_{a-1} \quad (a \geq 3)$$

式(1)において、年齢に応じて  $A_a$  と  $B_a$  を更新することで、全集団の免疫保有割合 ( $R_{a,t-a}$ ) を再構築した。上述のモデルを調査から得られた年齢別の予防接種割合に適合させ、最尤推

定により  $q_{0,t}$  を推定した。また、2001年から2021年まで  $q_{0,t}$  は一定と仮定した。都道府県ごとの免疫保持割合の算出において、 $q_{0,t}$  は各年毎の予防接種割合の公表値と仮定した。社会調査より得られた条件付き確率  $g_a$  と  $h_a$  を用いて、全都道府県の2021年時点での免疫保有割合を算出した。調査における予防接種歴の観察データはベルヌーイサンプリングであるため、 $q_{0,t}$  を推定するための尤度関数は二項分布に従うと仮定した。年齢別のサンプル予防接種割合の95%CIはスコア信頼区間を用いて算出した。 $q_{0,t}$  の推定において、95%CIはパラメトリックブートストラップ法を用いて算出した。なお、本調査は2022年に行ったが、実施時の最新の新規登録申請数は2021年だったため、算出した免疫保有割合は2021年末時点の状況を示している。

免疫保有割合推定のために、ワクチンの効果と減衰率を考慮した。接種回数とウイルスの中和抗体レベルを示す研究より、初回接種と2回目以降の接種でワクチンの効果は大きく異なる。先行研究より初回接種の場合、接種後12か月以内の効果は50%、翌年以降は0%とした。2回以上接種の場合、接種から2年以上経過した場合のデータが限られていたため、閾値 (0.5IU/ml) 以上のウイルス中和抗体保有割合接種からの経過時間の関数として式(2)のゴンペルツ曲線に適合させ、免疫減衰期間を推定した。

$$p_{(m)} = \exp(-\gamma(\exp(\delta m) - 1)) \quad (2)$$

$p_{(m)}$  は免疫保有割合、 $m$  は最終接種からの経過時間として、 $\gamma$  と  $\delta$  を最尤推定により推定した。2回目の接種直後は100%感染から防がれると仮定し、全体の免疫保有割合は以下の順で算出した。まず、0歳の予防接種確率を推定後、式(1)を用いて、年齢ごとの予防接種履歴を再構築した (1歳の犬個体群の場合、以下の集団の割合がそれぞれ算出される。0歳と1歳で接種、0歳では接種かつ1歳では未接種、0歳では未接種かつ1歳では接種、0歳と1歳で未接種)。その後、それぞれの予防接種履歴の集団に、最終接種からの経過時間に伴うワクチンの免疫減衰率を掛けることで、免疫保

有割合を算出した。

上記の推定で日本の免疫保有割合は算出可能だが、今後の接種政策の変化によってどのように免疫保有割合が変化をするかを理解するために様々な予防接種シナリオに関する分析を実施した。0歳の接種確率が90%から段階的に減少していくシナリオとして、 $q_{0,t}$ を50、70、90%にした場合の免疫保有割合を推定した。次に、3歳から20歳の未接種の犬に対する接種勧奨があった場合に未接種の犬が翌年は接種する確率が増加すると考え、実際の $h_a$ が2倍、3倍になった場合の2021年時点の免疫保有割合を算出した。

他方、国内の狂犬病予防接種の義務は費用便益比の面で考えても今後は任意に移行する可能性が十分にある。そこで、現行の接種プログラムが任意接種に変化した場合のシナリオを検討した。特に、即座に全接種を停止するのではなく減衰させていくシナリオとして義務的な予防接種が毎年の接種から2年ごとの接種へと延長された場合を検討した。つまり、 $a$ 歳で接種した犬は $a+1$ 歳では接種しない。この仮定の下、2つのあり得るシナリオを検討した。楽観的なシナリオでは、飼い主の間で予防接種の遵守傾向は隔年接種プログラムの実施後も維持されると仮定し、 $a$ 歳で接種した犬は $a+2$ 歳で $g_a$ の確率で接種されると仮定した。悲観的なシナリオでは、 $a+2$ 歳の接種確率は $h_a$ の確率に従う。つまり、隔年接種プログラムは飼い主間の行動変容につながり、犬の飼い主は隔年の予防接種サイクルに厳密に従わないと仮定した。2025年に現行の政策が変更された場合の2030年時点の免疫保有割合を推定した。次に、社会調査より得られた条件付き確率 $g_a$ と $h_a$ 、各年の都道府県ごとの予防接種割合を $q_{0,t}$ と仮定して都道府県ごとにも2030年時点での免疫保有割合の推定を悲観的・楽観的シナリオ分析を行った。

また、都道府県毎の免疫保有割合に影響する要因を探索するため、被説明変数を都道府県毎の免疫保有割合、説明変数を2021年時点の都道府県ごとの最終学歴(中学/大学以上の割合)、平均年齢、平均収入(2019)、冬季平均気温(12-2月)、年間降水日数、年間快晴日数、年間雪日数、動物病院数(人口10万人あたり)、獣医師数(人口10万人あたり)、年間犬咬傷数、

COVID-19 ワクチン接種割合(2回目)、インフルエンザ予防接種割合として、ステップワイズによる変数選択を $\alpha$ レベル0.05、BIC基準で行った。また、COVID-19 ワクチン接種割合(2回目)、インフルエンザ予防接種割合は犬の飼い主のヘルスリテラシーが犬の予防接種にも影響を及ぼすと仮定して説明変数に含めた。次に、アウトカムをロジット変換したのち、各変数が1単位上昇した場合のアウトカムの上昇のオッズ比を算出した。また、ステップワイズによって残った説明変数について、地理的に近い場所は遠い場所よりも似た特性を持つという従属性を仮定して、GWR (Geographically weighted regression) モデルと MGWR (Multiscale geographically weighted regression) モデルによるモデル比較を行った。GWR モデルでは各観測地点で異なる回帰係数を推定し、地理的な変動を捉えることが可能である。GWR モデルをさらに柔軟なモデリングへと拡張したものがMGWRモデルであり、このモデルでは変数ごとに従属性が影響する範囲を変えることが可能となる。OLS、GWR、MGWR モデルについてモデルの当てはまりの良さをBIC基準で比較した。

(倫理面への配慮)

本研究の中で実施した社会調査は京都大学医の倫理委員会の承認を得た(R3660)。アンケート調査に参加する前に、研究参加者は同意文書を読むことを求められ、ウェブページ上で同意を得た人のみがアンケートの回答に進んだ。アンケート調査完了に伴い、メルリンクス社がデータをまとめ、個人を特定できない形に匿名化した。

## C. 研究結果

衛生行政報告例より、2021年末時点の登録犬の登録頭数は6,095,250頭であり、2015年から登録頭数は毎年5万頭から10万頭ずつ減少していた。また、各年の登録申請数は2021年時点で480,615件であり、2017年までは減少傾向であったが、2018年以降漸増していた。登録犬の狂犬病予防接種割合は2021年時点で70.9%であり、1997年より漸減傾向であった。社会調査には534人の飼い主と629頭の犬が含まれた。社会調査参加者の特徴は表1の通りであった。12か月以内の犬の

狂犬病予防接種割合は 56.1% (95% CI: 50.9, 61.3) であった。

文献値の中和抗体価に基づく免疫保持割合を図 2 に示した。2 回以上接種群で、接種後 0-3 か月経過した群の免疫保有割合は 97.3%、4-6 か月経過群は 97.6%、7-9 か月経過群は 98.0%、13-18 か月経過群は 97.9%、25 か月以上経過群は 78.9% であった。 $\gamma$  と  $\delta$  の推定値はそれぞれ 0.005 (95% CI: 0.002, 0.308)、0.13 (95% CI: 0.03, 0.16) であった。推定されたワクチンの有効性は接種後 12 か月以内の群は 99.1%、1 年経過群は 94.1%、2 年経過群は 74.7%、3 年経過群は 33.9%、4 年経過群は 4.1%、5 年以上経過群は 0% だった。

図 3 に前年度の接種の有無に条件付けされた今年度の接種確率である  $g_a$  (図 3A) と  $h_a$  (図 3B) を示した。 $g_a$  は 1、2 歳では約 75% であったが、3 歳以降は約 90% であった。 $h_a$  は 1 歳では 52% であったが、2 歳以降は 10% から 15% 程度であった。灰色の直線は推定する際に用いた階段関数を示した。 $g_a$  と  $h_a$  を用いて、推定した年齢ごとの予防接種確率と調査から算出した予防接種割合を図 4 に示した。横断調査より、0 歳時の予防接種率は 83.3% (95% CI: 60.8, 94.2)、1 歳時の接種率は 71.7%

(95% CI: 57.5, 82.7)、次いで 3~7 歳時の接種率は約 50% で、10 歳頃から減少傾向にであった。推定された 0 歳時の接種率は 78.8% (95% CI: 58.7, 97.7)、1 歳時は 69.7% (95% CI: 63.6, 75.4)、次いで 2~20 歳では 57% であり、スナップショットデータと全体的によく一致していた。図 5 は犬の予防接種歴の年齢別分布である。0 歳時のワクチン未接種の割合は 21.2% (95% CI: 2.3, 41.3) で、この割合は犬の年齢が高くなるにつれて減少した。複数回ワクチン接種を受けた犬の割合は 1 歳時点で 59.1% (95% CI: ) であり、2 歳以降もほぼ一定 (約 57%) であった。複数回予防接種を受けたが、最後の予防接種から数年間予防接種を受けていない犬の割合は 2 歳から増加し、20 歳時点での最後の予防接種から 5 年以上経過した犬の割合は 22.8% と算出された。図 6 は、2021 年の飼い犬における年齢別の予防接種歴 (図 6A) と狂犬病に対する免疫を有する飼い犬

年齢別の個体数 (図 6B) 示したものである (図 6B)。犬の個体数は 6,240,623 頭と推定され、全体の免疫保有割合は 64.3% (95% CI: 54.0, 72.5) と推定された。免疫保有割合は 0 歳で 39.4% (95% CI: 29.4, 48.9)、1 歳で 63.9% (95% CI: 52.9, 74.2) であった。

0 歳の接種確率を 50% (図 7A)、70% (図 7B)、90% (図 7C) に変化させた場合の全体の免疫保有割合はそれぞれ 59.6%、62.5%、66.2% であった。0 歳の接種確率を増加させると、0 歳から 3 歳の免疫保有割合が主に増加し、全体の免疫保有割合はわずかに増加した。同様に、 $h_a$  を 2 倍 (図 7D)、3 倍 (図 7E)、0 歳接種確率を 90% かつ  $h_a$  を 3 倍に増加させた場合 (図 7F)、免疫保有割合はそれぞれ 74.7%、80.6%、82.1% であった。 $h_a$  を増加させた場合、全体の免疫保有割合は大幅に上昇した。図 8 には、2025 年から隔年接種に政策が変更になった場合の 2030 年時点での免疫保有割合について、悲観シナリオ (図 8A)、楽観的シナリオ (図 8B) を示した。悲観的なシナリオでは、全体の免疫保有割合は 18.9% であり、楽観的なシナリオであっても 35.3% であった。悲観的シナリオでは、1 歳時点の免疫保有割合は 5.2% で、他の年齢層と比較して最も低かった。免疫保有割合は 5 歳まで上昇したが、6~20 歳では 20% を下回った。同様に、楽観的シナリオでは、免疫保有割合は 1 歳で最も低く、5 歳まで上昇したが、その後は 30% を下回ったままであった。

都道府県毎の 2021 年末時点の狂犬病に対する免疫保有割合を図 9(A) に示した。東日本と比較して西日本の方が免疫保有割合は低い傾向にあり、岩手県と長野県の免疫保有割合が一番高く、沖縄県が一番低い結果となった。また、狂犬病の  $R_0$  を過去の大阪での狂犬病アウトブレイク時の 2.42 とした場合に、集団免疫閾値である 58.7% を下回っている都道府県を図 9(B) に示した。西日本の 6 府県が集団免疫閾値を下回っているという結果となった。次に、都道府県毎の免疫保有割合に影響を与える因子として、ステップワイズより、10 万人当たりの動物病院数 (オッズ比 1.004 (95% CI: 1.001, 1.008),  $p = 0.013$ ) と飼い主の COVID-19 ワクチン 2 回目の接種

割合(オッズ比 1.015 (95% CI: 1.011, 1.019),  $p < 0.001$ )が変数として選択された。動物病院数と COVID-19 ワクチン 2 回目接種割合を説明変数として、OLS、GWR、MGWR モデルをあてはめた場合の  $R^2$  と調整済み  $R^2$  の結果を表 2 に示した。MGWR モデルが OLS、GWR モデルと比較して当てはまりが良いという結果であった。MGWR モデルのパラメーター推定値の結果を表 3 に示した。また、MGWR モデルにおける変数ごとのバンド幅は切片、動物病院数、COVID-19 ワクチン 2 回目接種割合でそれぞれ 11, 45, 45 であった。

最後に、予防接種政策が隔年接種に移行した場合の 2030 年時点の都道府県ごとのシナリオ分析の結果を図 10 に示した。悲観的なシナリオ(図 10A)では全ての都道府県において、免疫保有割合は 16%から 20%程度まで低下し、楽観的なシナリオ(図 10B)でも 31%から 35%程度に低下した。また、隔年接種のシナリオ分析から得られた免疫保有割合から、 $R_0$  を変化させた場合の集団免疫閾値のマッピングを図 11 に示した。楽観的なシナリオでは  $R_0=1.2$  のとき、関東地方の一部の県と西日本の多くの県では閾値を下回った(図 11A)。また、 $R_0=1.5$  以上のとき、全ての都道府県で閾値を下回った(図 11B, C)。楽観的なシナリオでは、 $R_0=1.2$  のときは全ての都道府県で閾値を上回っており(図 11D)、 $R_0=1.5$  のときは西日本の 4 県を除いて、閾値を上回った(図 11E)。 $R_0=2.0$  のとき、全ての都道府県で閾値を下回った(図 11F)。

#### D. 考察

本研究では、年齢別の予防接種歴を再構築した。公表されている予防接種効果の推定値を利用することにより、日本における犬個体群の狂犬病に対する免疫保有割合を定量化することに成功した。予防接種確率はカレンダー時刻と年齢の関数としてモデル化し、計算の結果、狂犬病に対する免疫保有割合は 2021 年時点で 64.3%であると推定された。また、予防接種サイクルを仮想的に変化させることで、いくつかの現実的に起こる可能性が高いシナリオを検討した。0 歳時の予防接種割合が低くなると、免疫保有割合は僅かに低下すると考えられた。また、未接種犬への予防接

種が飛躍的に拡大した場合(例: 2 倍、3 倍の接種割合を達成した場合)、免疫保有割合は 80%を超えると考えられた。他方、年 1 回の予防接種サイクルが 2 年ごとに延長された場合、免疫保有割合は 5 年以内に 40%以下に低下すると考えられた。

飼い犬の中で狂犬病に対する免疫保有割合を定量化したのは、われわれの知る限り本研究が初めてである。推定された免疫保有割合に関して、狂犬病の基本再生産数( $R_0$ )は、1914 年から 1933 年にかけて大阪で発生した過去の記録に基づいて、2.42 (90%信頼区間: 1.94, 2.91) と推定されている。免疫保有個体が個体群の中にランダムに存在することを仮定すると、集団免疫を達成するための閾値は 58.7% (90%信頼区間: 48.5, 65.6) と計算される。アフリカとアジアでの疫学研究では、野良犬の数の減少に伴い、狂犬病の  $R_0$  は多くの地域で現在 2.0 を下回っていると推定されている。これらの事実を考慮すると、現状の日本における免疫保有割合は、狂犬病の大規模流行を防ぐのには十分であると考えられる。個体群レベルの免疫では局地的な集団発生を防ぐことはできないが、本研究の結果から、毎年の狂犬病予防接種プログラムが現在の犬個体群の保護に寄与していることが示された。

また、集団免疫に関して、年 1 回の接種を 2 年に 1 回に緩和することで、免疫保持割合が集団免疫によって流行を防ぐための閾値を下回る可能性があることが示唆された。現在、狂犬病に感染した動物個体が日本に輸入される確率は非常に小さいと推定されている。また、現行の毎年接種政策は、十分な費用便益性が期待できないことで知られる。これらのエビデンスを踏まえ、予防接種の周期を緩和するという将来的なシナリオの可能性を検討した。残念ながら、2 年に 1 回の接種をするという選択肢は十分な集団免疫を維持するには不十分であることが示唆された。もちろん、将来の飼い主の予防接種行動を予測することは困難であるが、楽観的シナリオにおいても悲観的シナリオにおいても、狂犬病に対する免疫を有する犬の総数が大幅に減少することが確認された。また、都道府県毎の隔年接種シナリオ分析では狂犬病の  $R_0$  が

2.42 よりも小さかった場合でも多くの都道府県においても集団免疫閾値を下回ることが示唆された。

日本における狂犬病に対する集団免疫レベルを向上させるための課題は以下の通りである。第一に、0歳の免疫保有割合が他の年齢層に比べて低いことである。0歳の犬個体群が最も狂犬病に感染しやすいが、モデル内で0歳の接種確率を上昇させても、全体の免疫保有割合を劇的に上昇させることはできなかった。第二に、ある年に未接種の犬はその翌年に接種する可能性が低く、翌年の予防接種確率を上昇させることは、全体の免疫保有割合を上昇させるのに非常に有効である。日本では、犬の出生時平均寿命は約13.7~14.8歳であり、アフリカ諸国(1.1~5.0歳)よりも長い。このことは、過去にワクチン未接種の飼い主を対象とした公衆衛生的アプローチが、最も効率的に免疫個体群数を増加させることを意味する。狂犬病予防接種の毎年義務接種および集団ワクチン接種の機会に関する飼い主の知識を向上させることにより、予防接種割合が向上する可能性がある。このような取り組みは、獣医師または地方自治体を通じて、予防接種歴のない犬の飼い主に焦点を当てることができる。

都道府県毎の免疫保有割合は西日本の方が低い傾向にあり、西日本の飼い主への接種勧奨のアプローチが効率的に日本全体の免疫保有割合を増加させる可能性がある。また、都道府県ごとの免疫保有割合に影響を与える因子としては、動物病院数と飼い主のCOVID-19ワクチン2回目接種割合が関連しており、動物病院数の増加やアクセス向上、飼い主のワクチンや医療に関するヘルスリテラシーの向上が免疫保有割合の増加と関連することが示唆された。また、MGWRモデルが免疫保有割合と影響因子の関連を見る際に一番当てはまりが良いモデルであったことから、動物病院数と飼い主のCOVID-19ワクチン2回目接種割合は空間的に関連のスケールが異なると考えられる。バンド幅の推定値が45であったことから、比較的広い範囲の従属性、空間的自己相関があることを示唆しており、ある都道府県の免疫保有割合は、その都道府県の特性

だけでなく、周辺の都道府県の影響を受けている可能性がある。

本研究には4つの技術的限界があった。第一に、再構築された犬の個体数に未登録犬を含んでいないため、個体群数を過小評価している。従って、このモデルでは狂犬病に対する感受性群割合の算出は過小評価につながる可能性がある。しかし、野良犬の数は犬の総個体数に比べて非常に少ないが、未登録犬を含めた犬個体群は約700万頭以上存在すると推定されている。しかし、また、近年の登録頭数や申請件数の減少は0歳時点での平均寿命などの長期的な個体群動態への影響は少なく、モデルへの影響は少ないと考えられる本研究では構築した数理モデルを未登録犬も含めた犬個体群の予防接種割合に適合させており、未登録犬も加味した免疫保有割合を推定している。第二に、犬の0歳時の予防接種割合は直近20年間一定であると仮定した。第三に、本調査は便宜的なサンプリングであるため、日本の犬の飼い主の全人口を代表しているわけではない。例えば、健康やワクチン接種に関してコミュニケーションを取りたがらず、調査にあまり協力的でない飼い主を抽出していない可能性がある。第四に、犬種を考慮していない。また、全都道府県の飼い主の接種傾向が同一と仮定している。

## E. 結論

本研究は日本の飼い犬の個体群は集団免疫によって狂犬病の感染機会から守られていることが示された。しかし、都道府県単位では、集団免疫閾値を下回っている県があるなど異質性があり、毎年接種政策を緩和した場合、免疫保有割合の閾値を下回ることが示唆された。動物病院数の増加やアクセス向上、飼い主のヘルスリテラシーの向上、予防接種をさせていない飼い主への接種勧奨が日本における飼い犬の免疫保有割合を増加させ、動物病院数の増加やアクセス向上、飼い主のヘルスリテラシーの向上ことに寄与する。

## F. 健康危機情報

なし

## G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

雨宮 優理、井上 智、前田 健、西浦 博. 日本における犬個体群の狂犬病に対する免疫保有割合の推定と接種間隔の影響評価. 第 82 回日本公衆衛生学会総会. 登録番号: P-1206-4. 〒305-0032 茨城県つくば市竹園 2-20-3 つくば国際会議場. 2023 年 11 月. (ポスター発表).

雨宮 優理、西浦 博. 東南アジア地域における狂犬病の空間リスク評価. 第 34 回日本疫学会学術総会. 演題番号: P02-2-18. 〒520-8520 滋賀県大津市におの浜 4-7-7. 2024 年 2 月. (ポスター発表).

雨宮 優理、井上 智、前田 健、西浦 博. 都道府県別の犬個体群における狂犬病免疫保有割合の推定と影響因子の分析. 第 94 回日本

衛生学会学術総会. 演題番号: 007-01. 〒892-0816 鹿児島市山下町 14-50 かがしま県民交流センター. 2024 年 3 月. (口頭発表).

3. 講演会

なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

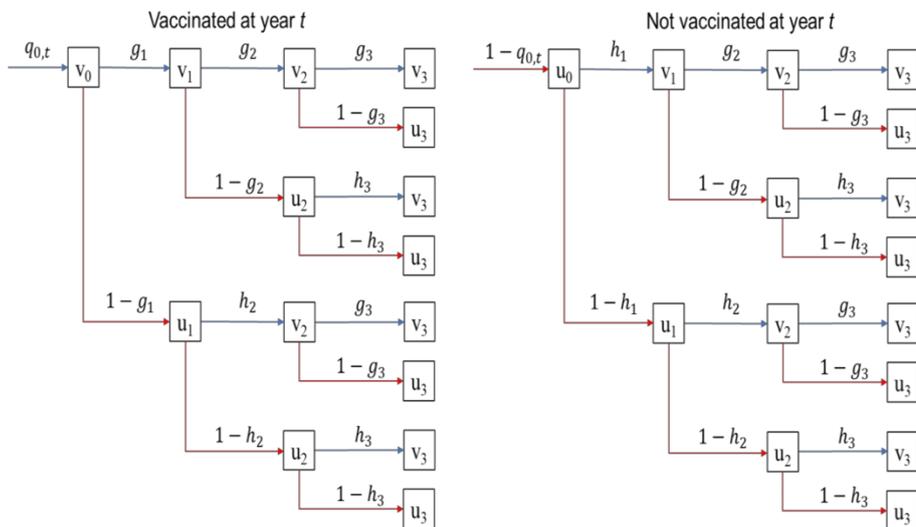
なし

3. その他

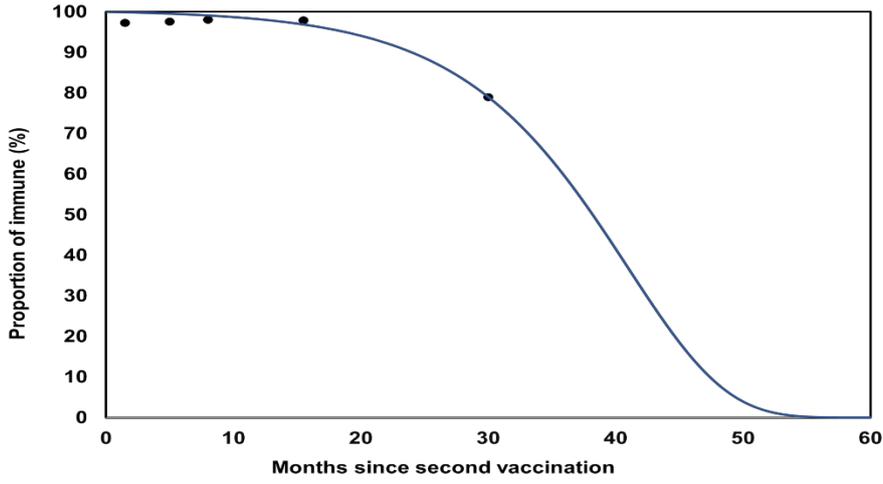
表 1

特徴	推定値
飼い主の年齢（歳）	
平均値 ± SD	45.7 ± 17.7 歳
性別（男）	284 人（53.1%）
居住地（西日本）	281 人（52.6%）
世帯人数に対する犬の割合	
平均値 ± SD	0.49 ± 0.3
犬の年齢（歳）	
平均値 ± SD	7.3 ± 4.7 歳
範囲	0 - 21 歳
犬の年齢階級	
≤ 5 歳	261 頭（41.5%）
6 - 10 歳	200 頭（31.8%）
≥ 11 歳	168 頭（26.7%）
狂犬病ワクチン接種歴（1 回以上接種）	610 頭（97.0%）
12 か月以内の予防接種歴	353 頭（56.1%）

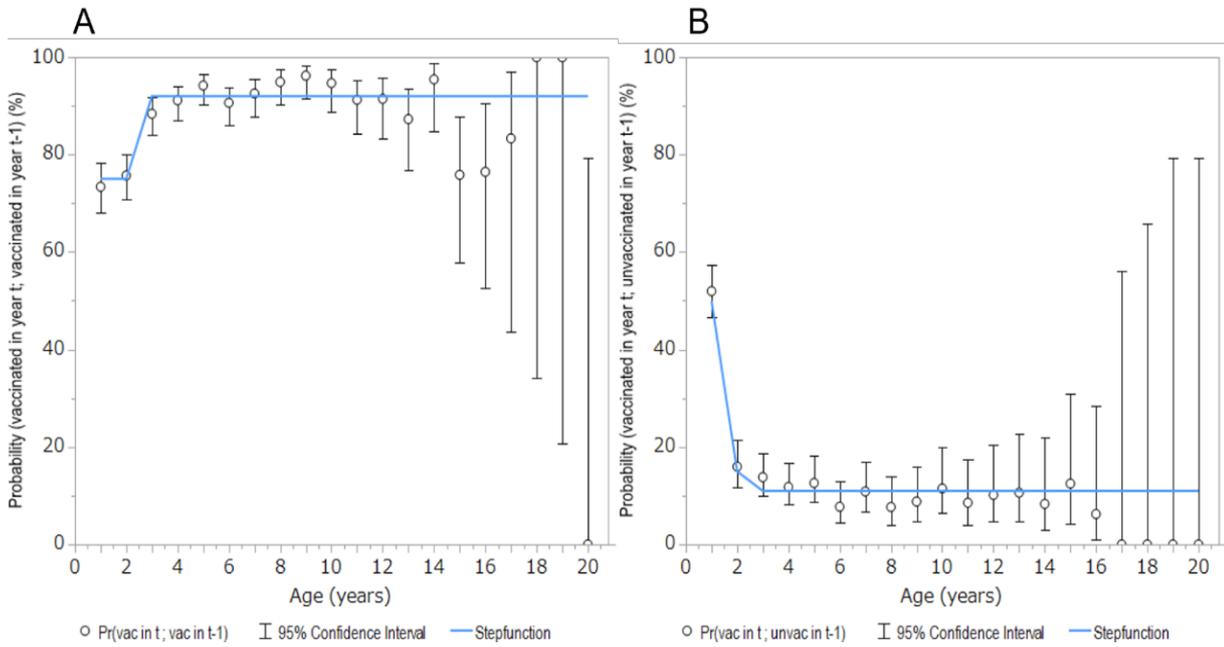
図 1



☒ 2



☒ 3



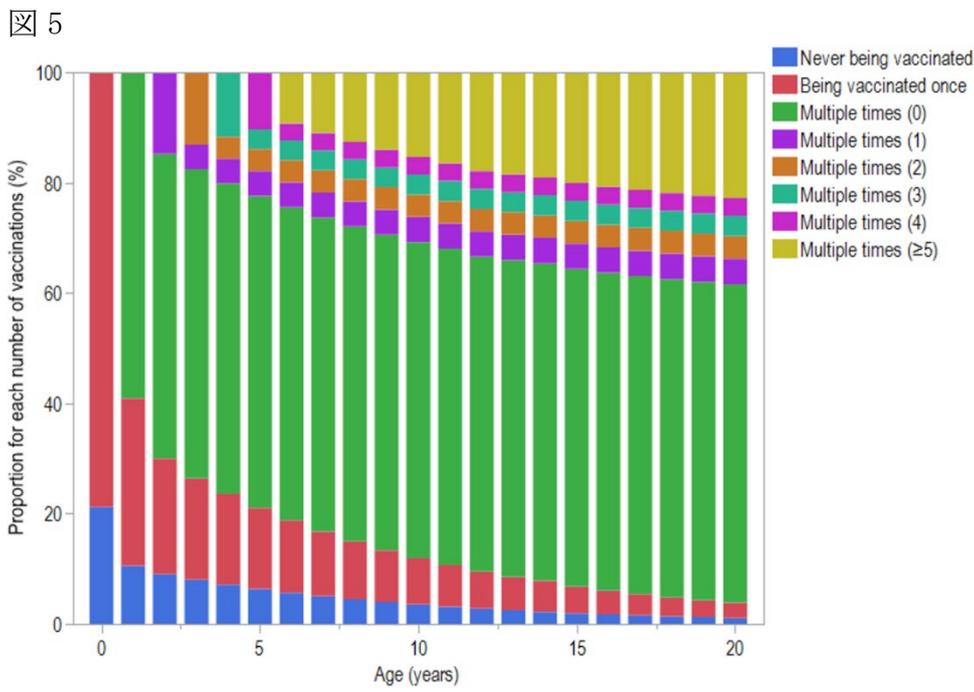
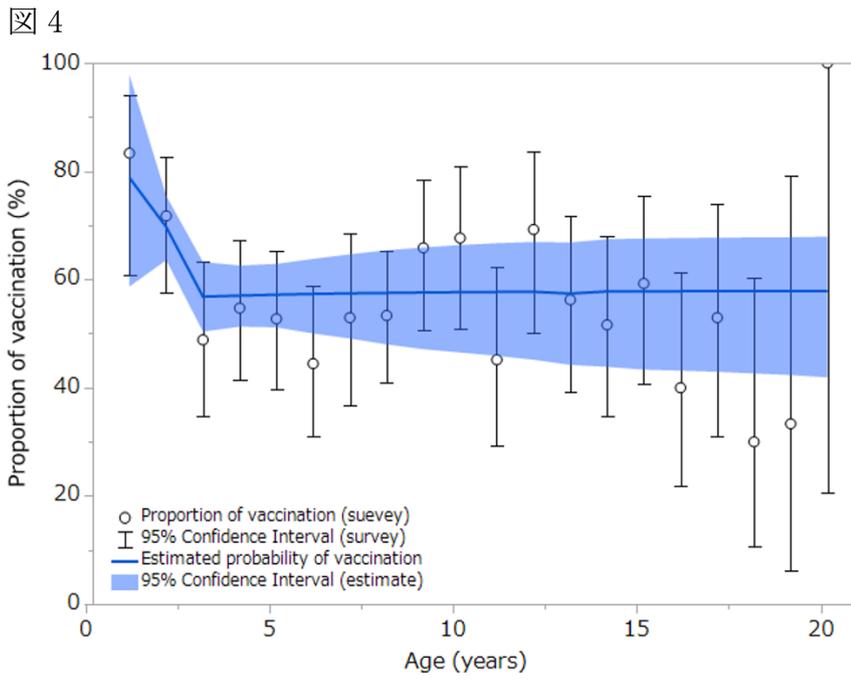


図 6

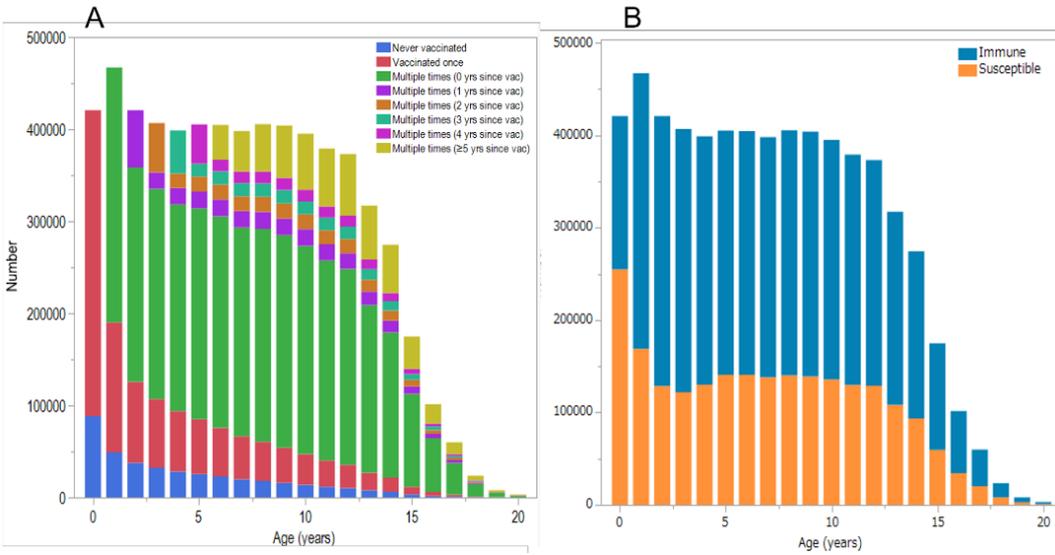


図 7

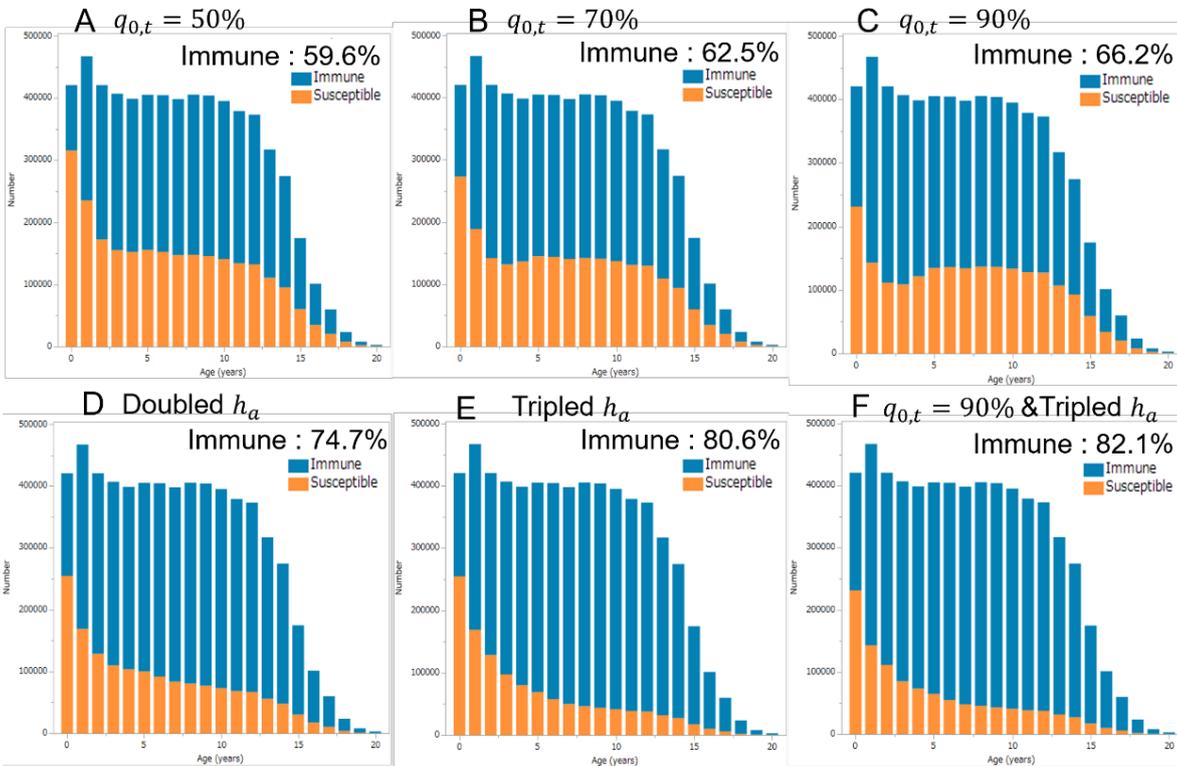


図 8

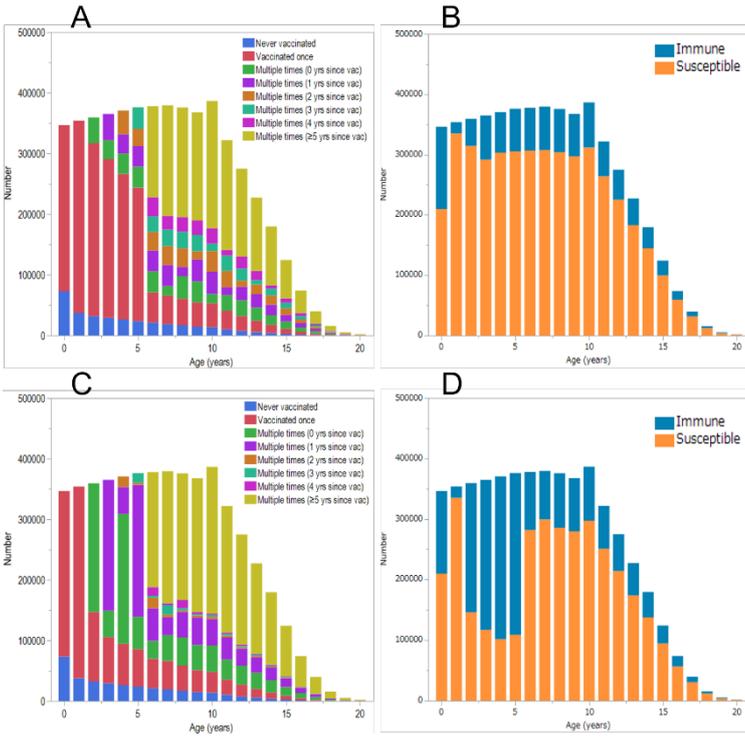


図 9

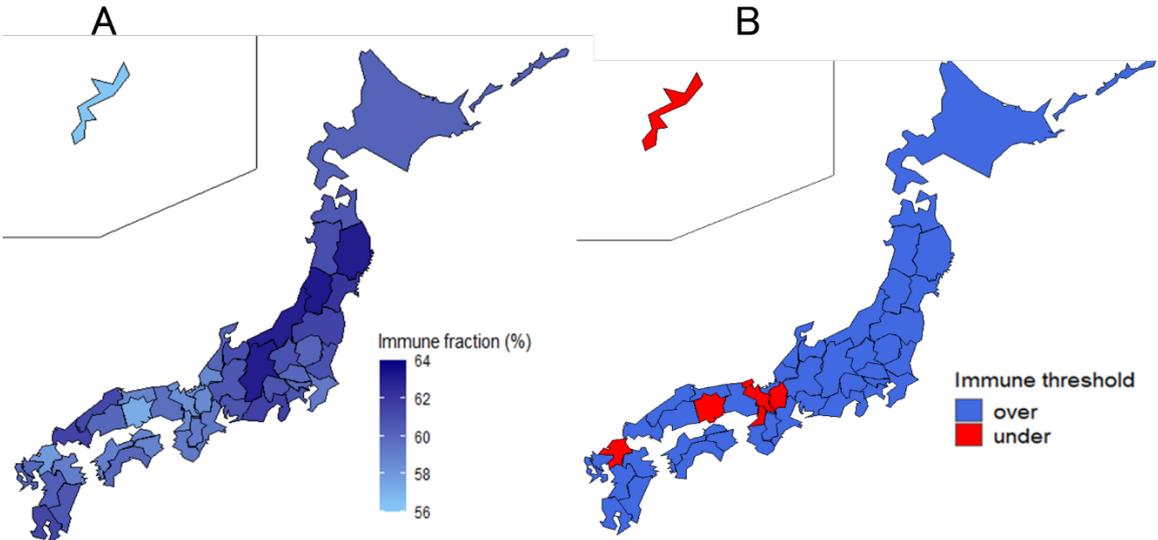


表 2

モデル	R <sup>2</sup>	調整済み R <sup>2</sup>
OLS	0.585	0.566
GWR	0.599	0.550
MGWR	0.859	0.761

表 3

	Exp (parameter)		
	最小値	平均	最大値
動物病院数(人口 10 万人当たり)	1.0058	1.0060	1.0061
COVID-19 ワクチン 2 回目接種割合	1.0151	1.0152	1.0152

図 10

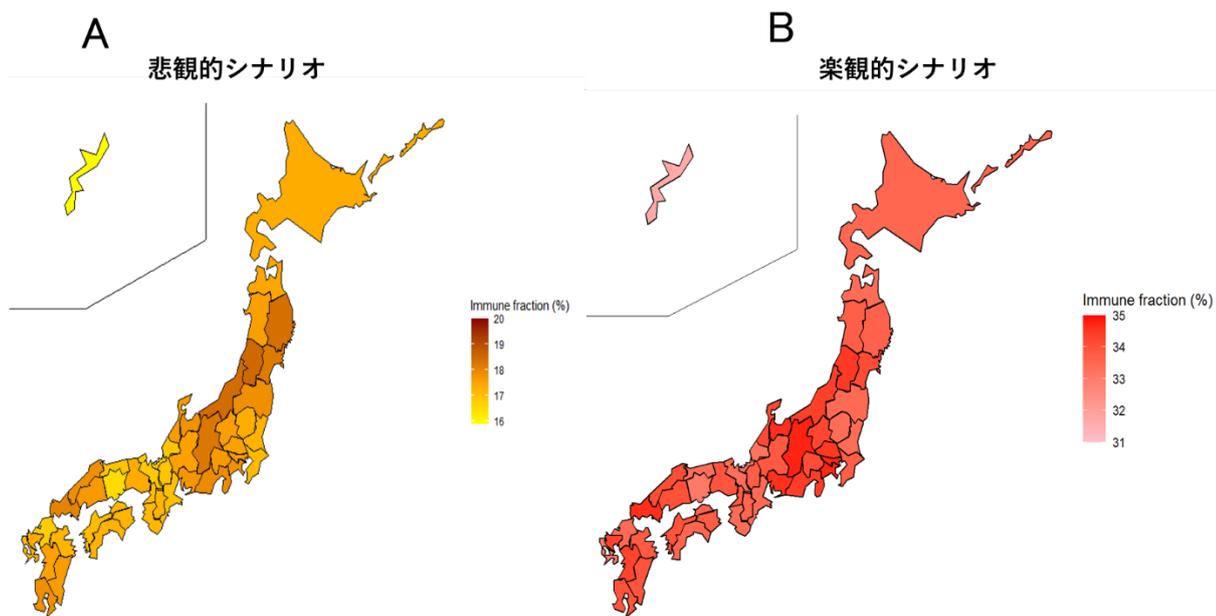


図 11

