

2008-9007A

厚生労働科学研究費補助金

新興・再興感染症研究事業

動物由来感染症のコントロール法の  
確立に関する研究

平成 20 年度 研究成果報告書

平成 21 (2009) 年 3 月

研究代表者 吉川 泰弘

国立大学法人

東京大学大学院農学生命科学研究科

## 総括報告・分担報告

## 目 次

### I. 総括研究報告

- 動物由来感染症のコントロール法の確立に関する研究  
吉川 泰弘

### II. 分担研究報告

1. 動物由来感染症のリスクプロファイリングに関する研究  
吉川泰弘、太田周司、吉崎理華
2. 動物病院勤務者の動物由来感染症にかかわる健康調査  
吉川泰弘、内田幸憲他
3. 爬虫類、げっ歯類、鳥類等の感染症に関する研究
  3. 1. ジャワマングース
  3. 2. ジャンガリアンハムスター
  3. 3. ペット用カメ
  3. 4. スズメの大量死宇根有美、増沢俊幸他
4. 危機管理対応のための診断技術開発 (LCM)  
森川茂
5. 翼手目の生理学的研究および感染症媒介動物としての評価  
吉川泰弘、大松勉、上田直也、伊波興一朗
6. 野生動物のエキノコックス症コントロール法に関する研究  
神谷正男、奥祐三郎他
7. エキノコックス診断法についての研究  
奥祐三郎
8. アライグマ回虫症及び道外地域のエキノコックス症の実態調査と対策  
川中正憲、杉山広他
9. 伴侶動物由来感染症 (カブノサイトファーガ、ブルセラ) に関する研究  
今岡浩一
10. オウム病の早期診断体制とコントロールに関する研究  
岸本壽男
11. 伴侶動物等に由来する真菌症等の診断、予防法に関する研究  
佐野文子
12. 伴侶動物由来バルトネラ症に関する研究  
丸山総一
13. 輸入蠕虫病監視機構整備  
太田伸生
14. ミニプタ感染モデルを用いた住血吸虫ワクチンの開発研究  
平山謙二
15. 蠕虫類の疫学に関する研究  
杉山広
16. 輸入動物・野生動物におけるレプトスピラ保有実態の解析  
増澤俊幸
17. レプトスピラ症のコントロール法に関する研究  
小泉信夫

### III. 業績資料集

厚生労働科学研究費補助金（新興・再興感染症研究事業）

総括研究報告書

動物由来感染症のコントロール法の確立に関する研究

研究代表者 吉川泰弘（国立大学法人東京大学大学院農学生命科学研究科）

研究要旨

3年間の研究目標の一つであった一貫性のある動物由来感染症評価のためのリスクプロファイルの作成を行った（分担研究1）。このような網羅的評価の試みは世界でも行われておらず、リスク管理措置の基盤として有効であろう。しかし、分析過程で客観的評価を進めるための問題点も明らかになり、今後詳細な検討が必要となる。

ハイリスク者の疫学調査は港湾労働者から動物病院関係者に標的を変え抗体調査を行った。20%が検索したいずれかの抗体で陽性であったことは重く受け止める必要がある。野生動物・輸入動物に関してはマングース（レプトスピラ）、ハムスター（パスツレラ）、スズメ（サルモネラ）、アライグマ（回虫）、コウモリ（ヘルペス、コロナウイルス）、キツネ（エキノコックス）等に関して研究を進めた。また真菌では新しいヒストプラズマ株の流行が明らかになった。輸入野生げっ歯類のバルトネラ汚染の総括的疫学調査結果が明らかにされた。寄生虫に関しては肺吸虫のサワガニの汚染、アニサキスの汚染状況、イヌ回虫の疫学調査、住血吸虫のワクチン開発など多様な研究が進められた。伴侶動物ではオウム病、イヌのブルセラ症、カブノサイトファーガの研究が進んだ。個々の3年間の研究成果は、一貫性リスク評価のデータとして利用された。

研究分担者：所属氏名

宇根有美（麻布大学獣医学部）  
森川 茂（国立感染症研究所）  
神谷正男（酪農学園大学）  
奥祐三郎（北海道大学大学院）  
川中正憲（国立感染症研究所）  
今岡浩一（国立感染症研究所）  
岸本壽男（国立感染症研究所）  
佐野文子（千葉大学真菌医学研究センター）  
丸山総一（日本大学生物資源科学部）  
太田伸生（東京医科歯科大学）  
平山謙二（長崎大学熱帯医学研究所）  
杉山広（国立感染症研究所）  
増澤俊幸（千葉科学大学薬学部）

小泉信夫（国立感染症研究所）

特別協力研究者：所属氏名

内田幸憲（神戸検疫所）  
太田周司（東京検疫所川崎検疫所支所）

A：研究目的

パリの国際獣疫事務局（OIE）やジュネーブに本部を置く世界保健機構（WHO）、あるいは国連に所属する世界食糧農業機構（FAO）のような国際機関、あるいは各先進諸国も動物由来感染症の防疫体制の確立に努力している。しかし、高病原性鳥インフルエンザの事例にみるように、野生動物由来の感染症をコン



トロールすることは容易ではない。最も対策の進んでいる米国でも、ウエストナイル熱のアウトブレイクが起り、その後の対策にも関わらず定着する様相を呈している。また愛玩動物からサル痘の感染が報告されており、動物由来感染症を制御することの困難さが浮き彫りにされた。さらに翼手目由来が疑われるSARSの世界的流行、高病原性鳥インフルエンザのヒトおよびニワトリでの流行がアジア、欧州、アフリカで報告され、動物由来感染症に対する防疫体制の確立と危機管理対応の困難さが明らかになっている。

平成 11 年に改定された新感染症は、平成 15 年の感染症法の見直しにより動物由来感染症の対応は法的には大幅に改善された。輸入野生動物に由来する最もリスクの高い感染症に対しては、輸入届出制の導入や法定検疫体制の確立により、有効にリスク回避措置をとることができたと考えられる。野生動物の輸入天国であったわが国が、数年を経ずして先進国の中でも最も厳密なリスク管理措置をとることが出来たことは評価されてよいと思われる。

他方、国内に常在する動物由来感染症に関しては、まだ統一的リスク評価がなされておらず、従来の研究を一貫した評価なしに継続している状態である。今後のリスク管理を考えると、一貫した評価方式を確立し、科学的評価に基づく重点的リスク管理措置をとる必要がある。本研究班は、これまで個々に行われてきた課題(ウイルス、細菌、寄生虫、野生動物、伴侶動物、輸入動物などに関連する動物由来感染症に関する研究)を統括し、動物由来感染症の一貫した、統一的リスク評価法の確立、リスク評価の結果に応じた統御法の確立を目指している。すなわち動物由来感染症の総合的調査、一貫性のある評価、有効なリスク回避措

置の検討、必要であれば危機管理対応の提言を目指すものである。本研究班では 3 年間の成果をうけて、世界的にも試みられなかった動物由来感染症の一貫性のあるリスクプロファイルの作成を試みた。

## B, C, D. 方法、結果、考察

リスクプロファイル作成：ヒトの感染症に比べ、動物由来感染症は非常に複雑なシナリオを考慮する必要がある。①動物種が複数であるため、それぞれの動物種の病原体に対する感受性、病原体保有率、病態が異なること、②ヒトと当該動物種との関係で接触頻度や接触方法が異なるため複数の感染経路が存在すること、③各病原体自身も複数の動物種間での生活環を維持するための戦略をもつこと等である。我が国で発生している、あるいは、現在発生していなくても注意を払うべき動物由来感染症を対象に一貫した基準に基づく評価方法の検討を進め、今回、たたき台ともいべき評価結果をまとめた。

リスクプロファイリングは具体的に、3 つの基礎データ群を既存の文献等を参考に仮定した(①動物と接触の多いヒトをカテゴリ分類した上で、その人数規模と動物との接触様式・頻度を設定した基礎データ、②ある病原体に感染している動物がヒトに感染可能な状態である割合をヒトとの接触様式のカテゴリに分けて設定した基礎データ、③ヒトが動物と病原体に感染しうる接触が行われたときに、感染の成立や発症が起こる割合を設定した基礎データ)。

各感染症における主要な動物→ヒト感染リスクシナリオを立て、各感染ルートで発症しうるヒトの数を積算し、“感染可能人数”として算出した。さらに、ヒト発症等に関して、感染予防法の有無、発症した場合の重篤度、診断法、

治療法の4つの観点を加えて総合評価を行った。このような初めての試みを行う過程において、リスクプロファイリングを行う上で不足しているデータの存在が明らかとなった。さらに、新たな視点で動物由来感染症を評価することで、今後検証あるいは確認すべき動物からヒトへの感染ルートやサーベイランスの必要性に関する示唆が得られた。

ハイリスク者の疫学調査: 動物病院勤務者を対象にアンケート調査及び血清抗体価測定を行なった。調査協力者は北九州市、神戸市、埼玉県西支部の動物病院勤務者323名: 男性114名(平均年齢42.1±12.0歳)、女性209名(平均年齢30.0±9.2歳)であった。血清抗体価測定は、腎症候性出血熱(HFRS)、リンパ球脈絡髄膜炎(LCM)、レプトスピラ症、ネコひっかき病、トキソプラズマ症、オウム病、イヌブルセラ症、Q熱の8項目につき調査した。その結果陽性率はネコひっかき病(*B. henselae*) 11.15%、トキソプラズマ症 4.33%、オウム病 4.02%、イヌブルセラ症 1.24%、Q熱 0.66%であり、HFRS、LCM、レプトスピラ症は0%であった。また、いずれか1項目の抗体陽性者は65名(陽性率20.12%)であった。動物との接触が多い動物病院勤務者の抗体陽性率が20%に及ぶことを重く受け止めるべきと考える。

レプトスピラ汚染状況: レプトスピラ症の患者発生数が最も多い沖縄県で保菌動物を特定するため北部地域のジャワマングースのレプトスピラ保有状況を病理学および分子

生物学的に検索した。病原体が検出されたものは23.3%(29/124)、抗体保有率は32.5%であった。分離菌の血清型が本地域の患者より最も多く検出されるタイプであったことから、マングースはレプトスピラの自然保菌動物であり、ヒトへの媒介動物となっている可能性が強く示唆された。

また2006年にレプトスピラ症の多発があった宮崎県でヒトとイヌのレプトスピラ症強化サーベイランスを行った。ヒトでは疑い10例中1例のレプトスピラ症が確定診断され、イヌは25例中16例がレプトスピラ症と確定診断された。イヌ9頭から分離されたレプトスピラ分離株はすべて *interrogans* と推定され、また血清群は *Australis*, *Autumnalis*, *Hebdomadis* であった。他に、千葉、三重、福岡、佐賀、熊本および沖縄県で、宮崎県と同様に検査定点サーベイランスを行ったところ、千葉、三重(奈良)、福岡、佐賀、熊本の各県で陽性イヌを検出した。さらに、全国33か所の検疫港および検疫飛行場の政令区域で270匹のネズミを捕獲し、レプトスピラの分離を試みた結果、那覇空港で捕獲されたハツカネズミ2匹からレプトスピラが分離され *L. borgpetersenii* であると推定された。

タイ産とインドネシア産の輸入フクロモモンガ30頭からレプトスピラの検出を行った。腎臓培養からはレプトスピラは検出されなかった。一方、鞭毛遺伝子を標的としたPCRによりインドネシア産1頭の膀胱抽出DNAからレプトスピラ特異的遺伝子が検出された。検出された増幅DNAは遺伝子のシーケンシス解析、ならびに遺伝系統解析により *Leptospira interrogans* と同定された。

名古屋市、および西宮市内のマンホールでドブネズミを捕獲しレプトスピラの分離を試みた。名古屋市内(保有率39%)および西宮市内(保有率30%)のドブネズミからレプ



トスピラの分離に成功し、これらはいずれも *L. interrogans* に属するが、血清型を同定できない未同定血清型であることが明らかとなった。一方、北海道千歳近郊泉郷の森林で捕獲したアカネズミからレプトスピラ1株が分離された。これらは *gyrB* 遺伝子解析により *L. borgpetersenii* と同定したが、この株はこれまでも北海道で分離されるが本州ではみられない *L. borgpetersenii* 未同定血清型であることが判明した。

マングースや輸入、野生げっ歯類、イヌでのレプトスピラの浸潤が明らかになり、汚染地域での注意喚起やアクティブサーベイランス必要と思われる。

ペット動物等の汚染状況と診断開発: 台湾由来ジャンガリアンハムスター大量死が見つかった。病理学的、微生物学的検索により、出血性壊死性肺炎がみられ、*Pasteurella multocida* が分離された。*P. multocida* が経気道性に肺に侵入し、劇的に増殖し、産生された毒素により、甚急性の経過をとって死亡したものと考えた。*P. multocida* は人獣共通感染症の原因菌であるが、日和見感染の要素が強い菌とされている。しかし本事例では、短期間の集団発生に加え、致死性であったこと、さらにペットとして非常にポピュラーなハムスターでの流行であったことから動物衛生上、及び公衆衛生学上も注意が必要である。

2006年北海道で起きたスズメ大量死の原因が *Salmonella* Typhimurium DT40 (ST40) であると特定した。スズメにおけるサルモネラ症の病理発生を明らかにするため、ブンチョウを用いて感染実験を行った。その結果、ST40 はブンチョウに対し用量依存性に致死性を示した。ST40 が自然界でどのように維持され、集団発生に結びつくのか、さらなる検討が必要と考え

る。

平成 18~20 年度の研究において、ペットとしての人気が高いカメにおける *Salmonella* 保有率を調査した。米国から輸入されるミシシッピアカミミガメでは、29店舗から60回にわたり、227匹を購入して調査したところ、28店舗、55回、186匹から *Salmonella* が検出された。*Salmonella* のうちヒトに病原性を有する *S. enterica* 亜種 I は、25店舗、50回、120匹から24血清型が検出された。ミシシッピアカミミガメ以外のカメでは、クサガメは40匹中15匹から、その他に7種2亜種では5種2亜種から *Salmonella* が検出された。検出された菌株の一部は薬剤耐性であった。今後は、ヒトの *Salmonella* 症に占めるカメ関連 *Salmonella* 症の割合を調査し、*Salmonella* 症の発生の実態を把握し、その結果に基づいてカメ関連 *Salmonella* 症の予防のための対策を講じることが重要であると考えられる。

リンパ球性脈絡髄膜炎ウイルス(LCMV)は、マウス等小型げっ歯類を自然宿主とする動物由来感染症でアレナウイルスに属する。LCMの遺伝子配列は同義置換が多いため、全てのウイルス株を網羅できる RT-PCR 用プライマーの設定が難しい。本研究では①ウイルス特異的 primers を用いない Rapid Determination of Viral RNA Sequence (RDV)法により、LCMV 検出が可能である、②LCMV M1 株が既知の LCMV とは遺伝的距離があること、③旧世界アレナウイルスの L および GPC 遺伝子で高度に保存された領域で設計されたプライマーを用いて遺伝子増幅を行った結果、LCMV の代表株である Armstrong 株と WE 株のみならず、既知の LCMV とは異なるグループの M1 株についても効率良く検出でき、さらにラッサ、モバラ、モペイヤウイルスも検出できた。未知のアレ

ナウイルスの検出にも有効と思われる。

エキノコックスの疫学調査等:エキノコックス流行地において、主に野生動物(キツネ)を対象に『感染源対策』に関わる研究を進めた。環境修復メニューの中でベイト散布法は夏期の場合、十分な駆虫効果を得るためには毎月の散布が必要であることが明らかにされた。わかもと製薬と共同でインムノクロマト法を応用し、犬の診断キットとしてエキットを開発した。本キットは2008年5月から販売開始され、2008年12月に本法使用による第一例目が発見された。2008年の北海道の獣医師から環境動物フォーラムへ依頼された検体(犬137検体、猫19検体)からは陽性例は発見されなかった。また、エキットの感度と特異度を確認するために、実験感染犬および札幌・関東の飼育犬の糞便を用い、エキット、サンドイッチ ELSA、虫卵検査の結果を比較した。エキットは現在の ELISA とほぼ同等の特異度・感度で、現在の ELISA の代用可能と考えられた。なお、野外で採取したキツネ糞便(245 検体)へのエキットの応用を試みたところ、本キットをそのままキツネ糞便に利用することは困難と考えられた。現在、同時に多種のテニア科虫卵(エキノコックスを含む)の同定を行うための Reverse Line Blot を検討している。

北海道外のエキノコックス症患者発生状況の調査と動物疫学的調査を行った。1999年に青森県の食肉検査所において豚肝臓3例に肝多包虫が検出されて以後10ヵ年を経過した。青森県で実施されている青森県十和田食肉衛生検査所での豚の肝臓検査について、平成17~20年度の検査状況を解析した。北海道の多包条虫が青森県に伝播し生活

史の確立が在ったと見るべきかどうかは、今後の対策を考える上で極めて重要な課題である。

伴侶動物の汚染状況:カブノサイトファーガ属菌はイヌやネコの口腔内に常在するグラム陰性桿菌である。咬傷、搔傷により感染し、発症した場合の死亡率は30%程度と比較的高い。①日本国内におけるカブノサイトファーガ属菌のイヌ・ネコでの保有状況は90%以上の高率であることを明らかにし、②臨床症例の調査に努め、収集した臨床分離株について、イヌ・ネコからの分離株と合わせて薬剤感受性試験を行った。

*Brucella canis* は、人での病原性は弱く、感染しても発症しないことが多いが、まれに重篤な症状を示す。2008年犬繁殖業者2名が *B. canis* に感染・発症した。繁殖施設の犬の調査を行った結果、全37頭のうち、10頭が抗体陽性、9頭からPCRで *B. canis* 遺伝子を検出、また6頭の血液から *B. canis* が分離された。抗体陽性犬から死産した仔犬を処理したことが、感染原因と推定された。2008年以降に販売されていた抗体陽性犬の産仔の追跡調査をした結果、いずれも抗体陰性であった。

名古屋市から厚生労働省に報告があり、各自治体、日本獣医師会等、関係機関に注意喚起が行われた。*B. canis* 感染症はブルセラ症届出のうち7割を占めるが、今まで菌分離報告はなかった。今回、患者の職種からそれを疑い迅速に血液培養が行われた結果、菌分離に成功した。国内の犬繁殖施設等では *B. canis* 感染流行がしばしば報告されており、また、国内の犬の2~5%が *B. canis* に感染歴を持っている。犬取扱業者や



一般飼育者に対して予防に関する指導が必要である。

**野生動物の調査・研究:**ヒトで重篤な神経障害を引き起こすアライグマ回虫による幼虫移行症の発生を予防する為に、アライグマ回虫のコントロールに関する研究を進めた。関東地域と九州地域で急増している野生化アライグマを対象に、アライグマ回虫及びその他腸管内寄生虫の実態調査を継続した。

翼手目(以下、コウモリ)は、狂犬病ウイルス、ニパウイルス、ヘンドラウイルスの自然宿主であるほか、bat-SARS-CoV やエボラ出血熱ウイルス、マールブルグ病ウイルスなども分離されており、新興・再興感染症の病原体保有動物として極めて重要である。しかし、コウモリの免疫機能をはじめとする生理学的研究はほとんど行われておらず、病原体と宿主の相互関係は不明のままであり、コウモリ媒介感染症の科学的なリスク評価は困難な状況である。エジプトレーセットオオコウモリ及びデマレレーセットオオコウモリを対象として、免疫関連因子の同定及び動態解析を行った。①今回新たに免疫関連因子として、T細胞分化に関わる主要なサイトカイン群ならびに自然免疫において重要な因子である Toll-like receptors(TLR)について塩基配列の決定を行い、TLRに関しては臓器別のmRNA発現を検索した。②宿主防御機構に影響を及ぼす外的因子として環境汚染物質の蓄積が考えられる。環境汚染物質の蓄積がどのような影響を及ぼすかを評価するために、コウモリの薬物代謝酵素チトクロームP450(CYP)について、酵素活性の検索及び遺伝子同定を行った。コウモリの免疫機構及び他のリスク因子の解析は、ウイルスの自然環境での生態学及びコウモリ媒介感染症の総合的

なリスク評価に有用である。

平成16年から18年に輸入された野生齧歯類等28種546頭について *Bartonella* 属菌の保有状況を調査・検討した。血液培養の結果、17種142頭(26.0%)から *Bartonella* 属菌が分離された。動物の由来別にみた保菌率は、野生個体が37.3%(136/367)、繁殖個体が2.8%(5/179)であった。野生個体の輸入地域別にみた保菌率は、ヨーロッパの27.7%(13/47)からアジアの47.2%(42/89)であった。一方、繁殖個体では、中国産シマリスの16.7%(5/30)からのみ本属菌が分離された。動物種別にみた保菌率は、カイロトゲマウスの9.7%(3/31)～フサオジャービルの100%(10/10)であった。*gltA* 遺伝子領域の塩基配列に基づく系統解析の結果、分離株は、人の心筋炎、視神経網膜炎、心内膜炎、および猫ひっかき病等の原因となる *B. washoensis*, *B. grahamii*, *B. elizabethae*, *B. clarridgeiae* に近縁な4グループならびに、新種と思われる6グループに分類された。

**真菌感染症:**アンケート調査からヒストプラズマ症は小動物臨床領域で遭遇しうる最も危険度レベルの高い真菌症と考えられるが真菌による感染症で、国内にも存在し、ウマの仮性皮疽がその病型のひとつであることを総合して理解している割合は極めて低かった。また海外では我が国でのズボアジ型ヒストプラズマ症の存在が示唆されていた。今回、イヌ症例から検出された原因菌の遺伝子型が *H. capsulatum* var. *duboisii* に関連した遺伝子型であることが確認されたので、我が国土着のヒストプラズマ症原因菌の遺伝子型はウマの仮性皮疽の異種寄生と考えられる *H. capsulatum* var. *farcinosum* に関連

した遺伝子型を主とし、*H. capsulatum* var. *duboisii* に関連した遺伝子型も少数ながら混在すると思われる。

*S. aurantiacum* は 2005 年に新種登録された新興真菌症原因菌である。重篤な肺炎を起すこと、創傷感染することなどが知られている。我が国でも数例の症例が報告または確認されている。一方、本菌種が我が国の環境から分離された例は報告されていなかったが、腐植土と植物の根に分解された腐乱死体の一部から本菌種が分離された。警察関係者はこのような死体の捜査を行なうときにマスクや手袋の着用が行われているが、警察犬に関しては特別な配慮は行われていない。警察犬に多く使われているシェパードは真菌性副鼻腔炎にかかりやすいとされている。イヌでも *Scedosporium* 属菌種による鼻炎などが報告されているため、イヌ用マスクの着用、捜査終了後のシャンプーなどの安全対策が必要と思われる。

寄生虫の汚染状況調査: 動物由来および輸入蠕虫症の国内発生監視のための研究を進めた。輸入寄生虫症のうち国内定着が進んでいる広東住血線虫は首都圏、近畿、東海などの人口集中地区のドブネズミに広く蔓延していることが考えられているため、今年度も首都圏で生活環の維持に関与している中間宿主の情報収集をすすめた。これまで東京・神奈川境界部 2 地点でチャコウラナメグジに寄生する広東住血線虫幼虫を確認した。

人獣共通寄生虫症として問題となるトキソカラ症が都市部の砂場の汚染を通じて拡大する可能性を簡便に検討するために、首都圏の公園砂場のサンプルからトキソカラ遺伝子を検出する方法で虫卵の種の同定を行う調査を試みた。

その結果、調査した公園砂場の 34 サンプル中 14 サンプル(41.2%)で虫卵が分離され、イヌ回虫とネコ回虫の特異プライマーを使って実施した PCR では 68.4%の虫卵がネコ回虫であった一方、イヌ回虫は検出されなかった。しかし残りの 31.6%はいずれの DNA も増幅されず、PCR による虫種判定の今後の課題として残された。イヌ回虫症の検査依頼も継続して受入れており、平成 20 年度はトキソカラ症が疑われた 27 検体中で 6 検体(22.2%)が抗体陽性であった。

吸虫、条虫、線虫という多様な動物種から構成される蠕虫は、時に動物だけではなく人を宿主に寄生し、思いがけない病害を与える事がある。この様な寄生蠕虫の例として、今年度も継続して肺吸虫とアニサキスを取り上げ、コントロール法の確立を模索した。まず肺吸虫については、発生状況調査において有用なツールとなる免疫学的・分子生物学的手法の開発を試みた。輸入症例の発生が危惧される肺吸虫種については、流行地のタイの研究者に協力を仰ぎ、現地でウェステルマン肺吸虫材料を入手し、種の同定・鑑別と系統関係の解析に取り組んだ。アニサキスに関しては、人体症例の感染源の特定に向けた検討を進めた。

#### E. まとめ

昨年に引き続き、個別の研究課題の研究を進めるとともに、一貫性のある動物由来感染症評価のためのプロファイルの作成を進め、評価のための基盤を固めた。中間形態とはいえ、3年間の主要目的の一つであった統一的リスク評価のプロファイリングを終えたことは特筆に値する。また、各研究テーマも統一的リスク評価のシナリ

オ作成に貢献した。個別の研究課題は  
確実なデータの蓄積を全うしたと思  
われる。今後はプロファイルの検証の  
ための調査、サーベイランスのデザ  
イン、実施が必要となろう。

#### F. 研究発表

吉川泰弘 日本のBSEの感染源について

Labio21, 11-15, 2008

吉川泰弘 日本の牛海綿状脳症は終結する  
か? 酪農ジャーナル 28-31, 2008

Yoshikawa, Y. Epidemiological  
study on BSE outbreak in Japan.

J. Vet. Med. SCi. 70, 325-336,  
2008

吉川泰弘 動物由来ウイルス感染症の現状と  
問題, pp25-50, 北里大学, 2008

吉川泰弘 フランスセラ肺炎 pp275-277, 日  
本臨床, 2008

Yoshikawa, Y. Current status and  
measures of zoonosis control in  
Japan. Glob. Env. Res. 12, 55-62,  
2008

吉川泰弘 科学からみた食の安全、日本遺伝  
育種学会誌, 207-213, 2008

吉川泰弘 日本における牛海綿状脳症のリス  
ク評価, pp42-48, 最新獣医公衆衛生、  
チクサン出版, 2008

Watanabe, S., Mizutani, T.,  
Y. Y. et. al., Logation-mediated  
amplification for effective rapid  
determination of viral RNA sequence  
J. Clin. Virol. 43, 56-59, 2008

Omatsu T., Bak, E-J, Y. Y. et.  
al., Induction and sequencing of  
Rousette bat interferon  $\alpha$   $\beta$  genes.

Vet. Immunol. Immunopath. 124, 169  
-176, 2008

Oya, C., Ochiai, Y., Y. Y. et. al.,  
Prevalence of herpes B virus  
genome in the trigeminal ganglion  
of seropositive cynomolgus macaque.  
Lab. Anim. 42, 99-1-3, 2008

#### G. 知的所有権の出願・登録状況

なし



厚生科学研究費新興再興感染症研究事業  
平成 20 年度 分担研究報告書

1. 動物由来感染症のリスクプロファイリングに関する研究

研究代表者 吉川泰弘 (東京大学大学院農学生命科学研究科)

研究協力者 太田周司 (東京検疫所 支所)

吉崎理華 (東レリサーチセンター)

研究要旨

動物由来感染症は、ヒト-ヒトの感染症と比べて、非常に複雑な感染シナリオを考慮して検討する必要がある。それは、感染にかかわる動物種が複数であるために、それぞれの動物種の病原体に対する感受性や病原体保有率あるいは病態が異なること、ヒトと当該動物種との関係において、接触頻度や接触方法がさまざまであるために複数の感染経路が存在しうること、そして、各病原体自身も複数の動物種間での生活環を維持するための戦略をもっている等、ということである。

本研究では、我が国で発生している、あるいは、現在発生していても、今後とも注意を払うべき主な動物由来感染症を対象として、一貫した基準に基づく評価方法の検討を進めてきた。今回、たたき台ともいべき評価結果をまとめ、提案を行うこととした。

リスクプロファイリングは具体的には、最初に、3つの基礎データ群を既存の文献等を参考に仮定した(①動物と接触の多いヒトをカテゴリー分類した上で、その人数規模と動物との接触様式・頻度を設定した基礎データ、②ある病原体に感染している動物がヒトに感染可能な状態である割合をヒトとの接触様式のカテゴリーに分けて設定した基礎データ、③ヒトが動物と病原体に感染しうる接触が行われたときに、感染の成立や発症が起こる割合を設定した基礎データ)。

次に、各々の感染症における主要な動物→ヒト感染リスクシナリオを立て、各感染ルートで発症しうるヒトの数を積算し、“感染可能人数”として算出した。さらに、ヒト発症等に関して、感染予防方法の有無、発症した場合の重篤度、診断法、治療法の4つの観点を加えて総合評価を行った。このような初めての試みを行う過程において、リスクプロファイリングを行う上で不足しているデータの存在が明らかとなった。さらに、新たな視点で動物由来感染症を評価することで、今後検証あるいは確認すべき動物からヒトへの感染ルートやサーベイランスの必要性に関する示唆が得られた。

A. 研究目的

感染症法の改訂以来(感染症新法1999年)、動物由来感染症に関しては、その対策強化を含め、種々の管理措置が導入されてきた(2003、04年改訂、獣医師による届け出、輸入動物の届け出、感染症の類型分類の追加、動物由来感染症1~4類の見直し等)。

さらにリスク管理措置の根拠となる基盤研究も輸入動物をはじめ、伴侶動物、展示動物などそのリスク、病原体の生態、診断・予防法などに関する研究を進めてきた(厚生省新興再興感染症研究班、動物由来感染症のコントロール法の確立に関する研究:2006~08)。しかし、各種の研究は個々の研究者の独自性にゆだねられ、統一的なリスク評価を行い、リスク評価に応じた管理措置を実行するレベルに達しているとは言い難い。

これまで本研究班(2006~2008年)ではハイリスク者(港湾労働者、動物業者、獣医師など)の感染状況、専門家へのアンケート、

各種動物の疾病報告などを踏まえて、統一的リスク評価のためのリスクプロファイルを作成する試みを進めてきた。その結果、100種を超える主要な動物由来感染症に関する我が国独自のリスクプロファイル案を作成した(詳細は100ページを超えるエクセル・シートとなった)。

本案はたたき台としての中間報告である。どのようにデータを補正するか、検証のためのサーベイランスをどのように進めるか、人から人への感染性など、リスクポイントに影響する危害因子を、どのように組み込むか等、いろいろな課題を含んでいる。

B. 研究方法

昨年度に取り上げた動物由来感染症リストを再検討し、102の動物由来感染症(ウイルス性33、細菌性35、寄生虫性33、1つのプリオン性)を検討対象とした(表1-表4)。

## 1. 基本戦略

本研究における一貫性リスク評価は、動物からヒトへ伝播される感染症の“ヒトへのリスク”を評価することに主眼をおいた。すなわち、各々の人獣共通感染症について、下記の4つの視点から評価を行った。

- [1] 日本に存在するさまざまな動物からさまざまなヒトに対する総リスク接触回数の推計
- [2] 総リスク接触回数とヒトにおける感染成立率、発症率から推定される感染可能人数の推計
- [3] 人獣共通感染症のヒト発症時の重篤度や医学的な対応可能性によるポイント評価
- [4] [2]の推計値に基づくポイント評価、[3]のポイント評価に基づく総合評価

方針を次の通りとした。

・現時点では、動物由来感染症に関する基礎データは決して多くないため、推計に用いる基礎データは、関連データや仮説に基づいて仮定せざるをえない。したがって、本検討は、今後、より正確なデータが得られた際には、入れ替え得るものであることを前提とする。

・動物由来感染症は、疫学的情報量の多いものと少ないものの差が大きい。本検討においては、それぞれの感染症のメジャーな感染ルートを検討し、リスク評価の大枠を検討する。

・動物からヒトへの感染ルート、感染シナリオの抽出に重点をおいた(ヒト-ヒト感染に関連する評価、例えば、ヒト-ヒトにおける感染性、感染力、潜伏期間等は、今回の評価では行なわないが、将来の総合評価には必要である)。

## 2. 動物由来感染症リスク評価の考え方

### 2.1 総リスク接触回数の推計

#### 2.1.1 感染シナリオの検討

##### (1) 感染ルート

動物由来感染症の感染ルートは、本検討では、侵入門戸と感染経路の組み合わせから、以下の6つとした。今回の検討では、水系、土壌からの直接感染、ヒトからの感染ルートは、対象とはせず、動物からの感染に着目した。

##### ① 咬傷等

感染源となる動物に咬傷やひっかき(皮膚の損傷を伴う接触)。

##### ② 体液・排泄物接触

感染源となる動物の血液や排泄物への接触。本検討では、糞と尿を区別していない。

##### ③ 体液・排泄物経口、創傷

感染源となる動物の血液や排泄物への経口接触、あるいは創傷部への接触。本検討では、糞と尿を区別していない。

##### ④ 空気感染

感染源となる動物からの飛沫やエアロゾル化した体液の吸入。本検討では、飛沫感染と空気感染を含めている。③との区別について厳密な定義はつけていないが、③より機会が多く、かつ1回の暴露量は少ない状況を想定している。

##### ⑤ ベクター

病原体をもつベクターの刺咬。

##### ⑥ 食品

汚染食品の摂取。

## (2) 動物カテゴリー

本検討では、動物由来感染症にかかわる動物のカテゴリーを、日本における代表的な動物とヒトとの関わり方に基づき以下の7つとした。

### ① 伴侶動物

イヌおよびネコ。

### ② ペット

イヌ、ネコ以外で、ペットとして飼育されている主な動物。主な動物種による再分類も行った。

### ③ 家畜

家畜として飼育されている動物。基本的には、ウシ、ブタ、ニワトリ、ウマ。

### ④ 実験動物

齧歯類、鳥類、ブタ、兔、犬、霊長類。

### ⑤ 動物園動物

動物園で飼育されている動物。

### ⑥ 徘徊動物

徘徊イヌとした。

### ⑦ 野生動物

野山および都市に生息する動物。

## (3) ヒトカテゴリー

ヒトカテゴリーは、動物カテゴリーと感染シナリオに応じて、以下のように分類した。

### ① 伴侶動物、ペットに関係するヒトカテゴリー

伴侶動物飼育者、獣医師、ペット

### ② 家畜に関係するヒトカテゴリー

畜産農家、獣医師

### ③ 実験動物

研究者(研究機関における飼育作業者を含む)、動物業者(繁殖業者・輸入業者)



#### ④ 動物園動物

動物園飼育担当者、獣医師

#### ⑤ 徘徊動物

徘徊動物に遭遇する一般職員、獣医師(動物管理センター)

#### ⑥ 野生動物

ハンター、野生動物に遭遇する一般

#### ⑦ その他

特定の動物あるいは特定の感染経路に特徴的に接触する可能性のあるヒトカテゴリーについては、必要に応じて設定した。例えば、馬に関する競馬関係者、乗馬愛好家や野山に多いベクターに接触する可能性の高いアウトドア愛好家等である。

#### (4) 基本感染シナリオ

人獣共通感染症の感染シナリオは、さまざまな着眼点で分類することができるが、本検討では、飼育動物からの感染、野生動物からの感染、ベクターを介した感染、食品を介した感染の4つとした。

それぞれのシナリオにおけるリスク接触回数の算出は次のように行う。

#### ① 飼育動物からの感染

ヒトに飼育されており、ヒトとの日常的接触がある動物(愛玩動物や産業動物、展示動物、実験動物)の咬傷、体液・排泄物へ接触による感染。

リスク接触回数(回/年)

$\text{=飼育者人数(人)} \times \text{動物の感染可能状態率(-)} \times \text{飼育者1人が1年間に遭遇するリスク接触回数(回/年} \cdot \text{人)}$

#### ② 野生動物からの感染

狩猟、もしくは、野生動物との遭遇時の咬傷、排泄物の接触による感染。野生動物の生息数(全国合計値)については、特にデータが少ない、あるいは根拠の示されていないデータしか得られなかったため、今回のリスク検討では、接触機会数を仮定して算出した。

リスク接触回数(回/年) = 年間の接触(事故)回数(回/年)  $\times$  動物の感染可能状態率(-)

#### ③ ベクターを介した感染

蚊、ノミ、ダニ等のベクターの刺咬による感染。動物からベクターへの病原体移行に関するデータがないため、ベクターからの感染として取り扱った。

リスク接触回数(回/年)

$\text{=関連人数(人)} \times \text{ベクターの感染可能状態率(-)} \times \text{関連対象者1人が1年間に受けるリスク接触回数(回/年} \cdot \text{人)}$

#### ④ 食品を介した感染

加熱不十分な汚染動物食品による感染。病原体(細菌類)の摂取リスクは、体液・排泄物経口で摂取する量の1000倍とした。病原体(寄生虫)の摂取リスクは、体液・排泄物経口で摂取する量の100倍とした。

リスク接触回数(回/年)

$\text{=年間の摂食回数(回/年)} \times \text{汚染率(-)} \times 1000$

#### 2.1.2 日本におけるリスク動物

##### (1) 全国動物数の推定

本検討においては、感染動物の個体数をリスク評価項目として用いていないが、可能な範囲でデータの探索、推計を試みた。今後、我が国に未侵入の動物由来感染症についての感染リスクシナリオを検討する際に有効な情報となるからである(添付資料1)。特に、野生動物の生息数(全国合計値)については、根拠のはっきりしたデータが非常に少ないことがわかった。今後、どのようにしてサーベイランスを実施するか重要な問題である。

##### (2) 感染可能状態率の設定

動物からヒトへの感染は、動物の体内に存在する病原体が何らかの経路を通して体外に出される期間にのみ成立する。本検討では、動物が感染症に感染し、排出される状態になっている率と全体の個体数の比として、“感染可能状態率”を設定した。

注意すべきなのは、さまざまな文献に報告されている動物の感染率や病原体保有率、抗体陽性率を本検討で用いる“感染可能率”とみなせるかどうかである。“感染可能率”は、病原体のライフサイクルと動物の感染様式を十分に考慮した上で、動物種や動物カテゴリー毎に設定する必要がある(添付資料2)。

#### 2.1.3 日本におけるリスクヒトとリスク接触回数

##### (1) ヒト数の推定

各種の統計資料や動物推定数をもとに、各ヒトカテゴリーのヒト数を算出した(同じく添付資料1に記載)。



## (2) 1人あたりのリスク接触回数の仮定

各ヒトカテゴリーにおいて、1年間の間に生じる咬傷、体液・排泄物接触等のリスク接触回数を推定した(添付資料1に記載)。

### 2.1.4 感染症の分類と評価

先に取り上げた102の感染症について、日本国内に感染動物(感染源)が存在するもの、と存在しない、もしくは国内での動物からの感染例がきわめて少ないものに分類した。

存在するものについて、日本での感染動物等からの各感染シナリオに基づくリスク接触回数を合算して、全体のリスク接触回数を算出した。対象となる感染症毎に、仮定した1回の危険暴露による感染成立率と発症率を全体のリスク接触回数に乗じて、“感染可能人数”を算出し、それらをポイント化した(図2 例参照)。

日本国内に存在しないものは、シナリオに沿った感染可能人数はゼロとして評価した。さらに、ヒトが主な宿主となるもの、土壌や水、水草等にユビキタスに存在、あるいは汚染し、動物からヒトへの感染機会の推計が非常に困難であるもの、ベクター自身が侵入するもの(ノミ、ダニ等)については、今回の検討対象から除外した。これらの感染症を組み込むか否か、組み込むとして場合、どのように処理するかは、今後の課題である。

## 2.2 その他のリスク評価

### 2.2.1 ヒト発症等に関する4つのポイント評価

ヒト発症等に関するポイント評価は、予防法、発症した場合の重篤度、診断法、治療法の4つの評価観点でそれぞれについてポイント付与することによって行った(図1)。

#### (1) 予防法

予防法がない場合は+1ポイント、ある場合は-1ポイントとした。

#### (2) 発症した場合の重篤度

感染症が発症した場合の重篤度として、致死率で評価した。致死率が10%以上を高いとして+2ポイント、1%~10%を中程度として+1ポイント、0.1%~1%を中低程度として0ポイント、0.1%以下を低程度として-1ポイント、非致死性として-2ポイント、症状が軽度あるいは不顕性を-3ポイントとした。

#### (3) 診断法

診断が不可能な場合は+1ポイント、可能な場合は-1ポイントとした。今回の検討では、伝達性海綿状脳症(BSE プリオン)を除き、取り上

げた感染症は基本的に診断可能であると考え、シンプルな基準で評価した。今後、診断の難易度(類症鑑別、検査可能機関数、診断キット有無等)の観点を加味したポイント付与基準にすることも検討する必要があると考えられる。

#### (4) 治療法

治療法がない場合は+1ポイント、治療法がある場合は-1ポイント、有効な対症療法があるものについては、0ポイントとした。

### 2.2.1 総合評価

2.1および2.2をもとに、総合評価を行った。

## C. 研究結果

総合評価の結果を添付資料3に示した。

総合評価によってもっともリスクが高い+4ポイントから、もっとも低い-4ポイントまでの9段階に分類することができた。

今回の検討対象とした動物由来感染症について、もっともリスクが高いと評価されたのは、リッサウイルスと伝達性海面状脳症であり、次に続く3ポイント群は、重症急性呼吸器症候群、エキノコックス症であった。

これまでに行った専門家に対するアンケート調査との相関性、乖離度等を分析するとともに、再度アンケート調査あるいはヒアリング等を行い、リスクプロファイルを見直していく操作が必要と思われる。

## D.E. 考察とまとめ

1 伴侶動物および家畜を除き、リスクプロファイルに用いることが可能な全国の各種動物数に関するデータは、非常に少ないことがわかった。

2 今回は、ヒト-ヒト感染の取り扱いについて評価に加えなかったが、今後、それを組みこんでいく手法としては、評価の最後に、ポイント付与項目として、ヒト-ヒト感染性の評価軸を組み込むこと等が考えられる。

3 今回はトップダウン式に仮定した数値をもとに数値をあてはめて検討したが、より正確な値を利用するためには、実情に即した数値にする必要がある。

4 このようにトップダウン式に仮定した数値を用いることにより、異なる感染症を同じ手法で評価するというはじめての試みを行うことができた。

5 今回の検討を通じて、一貫性評価を行う際の基本ルールや一般化可能なステップが明らかとなった。

## (1) ウイルス性感染症

表 1 ウイルス性感染症

No.	感染症名
A-1	E型肝炎(E型肝炎ウイルス)
A-2	ウェストナイル熱(ウェストナイルウイルス)
A-3	馬モルビリウイルス肺炎(ヘンドラウイルス)*
A-4	A型肝炎(A型肝炎ウイルス)
A-5	エボラ出血熱(エボラウイルス)
A-6	黄熱(黄熱ウイルス)
A-7	狂犬病(狂犬病ウイルス)
A-8	オムスク出血熱(オムスク出血熱ウイルス)
A-9	キャサスル森林病(キャサスル森林病ウイルス)
A-10	牛痘(牛痘ウイルス)
A-11	クリミア・コンゴ出血熱(クリミア・コンゴ出血熱ウイルス)
A-12	鳥インフルエンザ(インフルエンザ(H5N1)ウイルス)
A-13	サル痘(サル痘ウイルス)
A-14	重症急性呼吸器症候群(コロナウイルス)
A-15	腎症候性出血熱(Hantavirus)
A-16	水疱性口炎(水疱性口炎ウイルス)
A-17	西部馬脳炎(WEE ウイルス)
A-18	ダニ媒介性脳炎(ダニ媒介性フラビウイルス)
A-19	チクングニア(チクングニアウイルス)
A-20	デング熱(デングウイルス)
A-21	東部馬脳炎(EEE ウイルス)
A-22	南米出血熱(アレナウイルスに属するウイルス)
A-23	ニパウイルス感染症(ニパウイルス)
A-24	日本脳炎(日本脳炎ウイルス)
A-25	ニューカッスル病(ND ウイルス)
A-26	ハンタウイルス肺症候群(ハンタウイルス)
A-27	Bウイルス病(Cercopithecineherpesvirus(CHV-1))
A-28	ベネズエラ馬脳炎(ベネズエラ馬脳炎ウイルス)
A-29	ヘンドラウイルス感染症(ヘンドラウイルス)
A-30	マールブルグ病(マールブルグ病ウイルス)
A-31	ラッサ熱(ラッサウイルス)
A-32	リッサウイルス感染症(リッサウイルス)
A-33	リフトバレー熱(リフトバレー熱ウイルス)
A-34	リンパ球性脈絡髄膜炎(LCM ウイルス)

\*A3 は、A29 ヘンドラウイルス感染症と重複のため削除した。データの取り扱い上、A3 を欠番とした。

## (2) 細菌性(含む真菌、リケッチア等)感染症

表 2 細菌性(含む真菌、リケッチア等)感染症

No.	感染症名
B-1	エーリキア症( <i>Ehrlichia canis</i> )
B-2A	エルシニア症( <i>Y. enterocolitica</i> ) *
B-2B	エルシニア症( <i>P. pseudotuberculosis</i> ) *
B-3	オウム病( <i>Chlamydia psittaci</i> )
B-4	回帰熱(回帰熱ポレリア)
B-5	カンピロバクター症(カンピロバクター属)
B-6	Q熱( <i>Coxiella burnetii</i> )
B-7	クリプトコッカス症(クリプトコッカス)
B-8	結核(結核菌)
B-9	コクシジオイデス症( <i>Coccidioides immitis</i> )
B-10	細菌性赤痢(赤痢菌)
B-11	サルモネラ症(サルモネラ属)
B-12	鼠咬症( <i>Spirillum minus</i> , <i>Streptobacillus moniliformis</i> )
B-13	炭疽(炭疽菌)
B-14	腸管出血性大腸菌感染症
B-15	つつが虫病( <i>Orientia tsutsugamushi</i> )
B-16	日本紅斑熱( <i>Rickettsia japonica</i> )
B-17	豚丹毒(豚丹毒菌)
B-18	バstreラ症( <i>P. multocida</i> )
B-19	猫ひっかき病( <i>Bartonella henselae</i> )
B-20	発疹チフス( <i>Rickettsia prowazekii</i> )
B-21	鼻祖(鼻祖菌)
B-22	ヒストプラズマ症( <i>Histoplasma capsulatum</i> ) 真菌症
B-23	非定型抗酸菌症(非定型抗酸菌)
B-24	皮膚糸状菌症
B-25	ブルセラ症(ブルセラ( <i>Brucella</i> )属)
B-26	ベスト(ベスト菌)
B-27	ボツリヌス症( <i>Clostridium botulinum</i> )
B-28	野兔病( <i>Francisella tularensis</i> )
B-29	ライム病( <i>Borrelia burgdorferi</i> )
B-30	リステリア症(リステリア)
B-31	類鼻祖(類鼻祖菌)
B-32	レジオネラ症( <i>Legionella pneumophila</i> )
B-33	レプトスピラ病( <i>Leptospira interrogans</i> )
B-34	ロッキー山紅斑熱( <i>Rickettsia rickettsii</i> )

\*エルシニア症は、菌種により保菌動物が主な異なるので、B-2AとB-2B 分けて取り扱うこととした。



(3) 寄生虫(含む原虫)性感染症

表 3 寄生虫(含む原虫)性感染症

No.	感染症名
C-1	アメーバ赤痢(赤痢アメーバ)
C-2	アジア条虫症(アジア条虫)
C-3	アニサキス症(アニサキス亜科幼虫)
C-4	アライグマ回虫症(アライグマ回虫)
C-5	犬糸状虫症(犬糸状虫)
C-6	イヌ・ネコ回虫症(イヌ回虫、ねこ回虫)
C-7	ウリザネ条虫症(ウリザネ条虫)
C-8	エキノкокウス症(エキノкокウス)
C-9	オンコセルカ症(オンコセルカ)
C-10	疥癬(穿孔ヒゼンダニ、猫小ヒゼンダニ)
C-11	顎口虫症(有棘顎口虫、剛棘顎口虫など)
C-12	肝吸虫症(肝吸虫)
C-13	肝蛭虫症(肝蛭)
C-14	クリプトスポリジウム症
C-15	鉤虫症(セイロン鉤虫)
C-16	ジアルジア症(ランブル鞭毛虫)
C-17	住血吸虫症
C-18	蟻虫症(線虫、吸虫、条虫)
C-19	東洋眼虫症(東洋眼虫)
C-20	トキソプラズマ症(トキソプラズマ)
C-21	トリヒナ症(トリヒナ)
C-22	シャーガス病( <i>Trypanosoma cruzi</i> )
C-23	日本海裂頭条虫症(日本海裂頭条虫)
C-24	ノミ感染症(ノミ類)
C-25	肺吸虫(肺吸虫属)
C-26	バベシア症(バベシア原虫)
C-27	糞線虫症(糞線虫)
C-28	マラリア( <i>Plasmodium</i> 属の原虫)
C-29	マダニ感染症(マダニ類)
C-30	マンソン裂頭条虫症(マンソン裂頭条虫)
C-31	有鉤条虫症(有鉤条虫)
C-32	無鉤条虫症(無鉤条虫)
C-33	リーシュマニア症(リーシュマニア原虫)

(4) プリオン性感染症

表 4 プリオン性感染症

No.	感染症名
D-1	伝達性海綿状脳症(BSE プリオン)



図2 ヒト発症等に関するポイント評価イメージ

番号	A-27	Bウイルス																		
感染動物数合計					129,900頭/年	感染動物を管理														
感染可能動物数合計					1,215頭/年	感染動物を管理														
感染保有者					9,950人/年	感染動物を管理														
感染保有者数					816	0.010	0.010	0.010	0.1人/年											
感染保有者数					816	0.010	0.010	0.010	0.1人/年											
感染源	感染源の種類	動物の種類	動物の個体数	感染動物の個体数	感染動物の種類	感染動物の個体数	感染動物の種類	感染動物の個体数	感染動物の種類	感染動物の個体数	感染動物の種類	感染動物の個体数	感染動物の種類	感染動物の個体数	感染動物の種類	感染動物の個体数	感染動物の種類	感染動物の個体数	感染動物の種類	感染動物の個体数
+	ペット	犬	2000頭	2000頭	感染動物	2000頭	感染動物	2000頭	感染動物	2000頭	感染動物	2000頭	感染動物	2000頭	感染動物	2000頭	感染動物	2000頭	感染動物	2000頭
+	ペット	猫	2000頭	2000頭	感染動物	2000頭	感染動物	2000頭	感染動物	2000頭	感染動物	2000頭	感染動物	2000頭	感染動物	2000頭	感染動物	2000頭	感染動物	2000頭
+	ペット	鳥	2000頭	2000頭	感染動物	2000頭	感染動物	2000頭	感染動物	2000頭	感染動物	2000頭	感染動物	2000頭	感染動物	2000頭	感染動物	2000頭	感染動物	2000頭
+	実験動物	豚	11,000頭	11,000頭	感染動物	11,000頭	感染動物	11,000頭	感染動物	11,000頭	感染動物	11,000頭	感染動物	11,000頭	感染動物	11,000頭	感染動物	11,000頭	感染動物	11,000頭
+	実験動物	豚	2,000頭	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭
+	実験動物	豚	2,000頭	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭
+	実験動物	豚	2,000頭	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭
+	実験動物	豚	2,000頭	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭
+	実験動物	豚	2,000頭	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭
+	実験動物	豚	2,000頭	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭
+	実験動物	豚	2,000頭	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭
+	実験動物	豚	2,000頭	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭
+	実験動物	豚	2,000頭	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭
+	実験動物	豚	2,000頭	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭	感染動物	2,000頭

図2 リスク計算例(Bウイルス)

