

厚生労働科学研究費
厚生労働行政推進調査事業費

令和6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）
「百日咳とインフルエンザに関するサーベイランス手法及びワクチン効果の評価に資する研究」
総括研究報告書

研究代表者 砂川富正 国立感染研究所実地疫学研究センター長

【研究要旨】 本研究は、百日咳及びインフルエンザについて、質の高いサーベイランスの実施と、そのために必要な診断精度の改善を通して、広くそれぞれのワクチン政策の強化に資することを目的としたものである。

百日咳については、2022年10月から2025年1月までに収集された303検体（百日咳疑い患者の鼻腔スワブ由来DNA）を用いて、病原体の鑑別と百日咳菌におけるマクロライド耐性遺伝子変異の有無を調査した。その結果、51検体から百日咳菌・パラ百日咳菌・肺炎マイコプラズマのいずれかを検出した。2022～2023年にはパラ百日咳菌の一過性流行を、2024年7月以降は百日咳菌の陽性率上昇を認めた。また、マクロライド耐性遺伝子変異の割合が増加し、令和6年度末現在では約4割の百日咳菌が耐性菌に置き換わっていることが示唆された。加えて、簡易診断法であるリボテスト百日咳キットの精度評価を実施し、LAMP法との比較により、偽陽性率（34.8%）および偽陰性率（29.2%）の高さが明らかとなった。これにより、本キットを用いた診断やサーベイランス結果の解釈には慎重な判断が求められることが明らかとなった。他の知見としては、数理モデルを用いて、就学前児および妊婦へのワクチン追加接種の影響をシミュレーションした結果、就学前児への追加接種は感染のピーク年齢を3年間後ろ倒しし、全体感染者数の約4割減少に寄与する可能性を示したが、0歳児への明確な感染抑制効果は確認されなかった。妊婦への追加接種による0歳児の発症抑制効果も一定程度示されたが、感染源人口の過小評価などモデル上の限界も明らかとなった。以上により、本研究は百日咳の病原体動向、耐性菌の出現、診断精度、予防接種政策に関して、今後の百日咳対策の強化に資する知見を示した。インフルエンザについては、年間を通じたワクチン効果が観測可能なシステム作りを目指すこととし、2025年度より開始されるARIサーベイランス（急性呼吸器感染症サーベイランス）を活用することを目指している。

研究分担者

大塚菜緒 国立感染症研究所細菌第二部室長
塚田敬子 国立感染症研究所実地疫学研究
センター研究員

A. 研究目的

（1）百日咳診断精度の向上と公衆衛生対応の強化に向けて

主に基礎研究面：百日咳は急性呼吸器感染症であり、その主な原因は百日咳菌（*Bordetella pertussis*）である。日本では感染症法5類全数把握疾患に指定されており、主に百日咳菌感染が報告対象となっているが、*Bordetella parapertussis*、*Bordetella holmesii*などの類縁菌や、*Mycoplasma pneumoniae*、*Chlamydia pneumoniae*などの細菌も百日咳様症状を引き起こす。これらは臨床症状のみでの鑑別が困難であることから、病原体同定のための高

感度かつ多項目同時検出可能な分子生物学的検査が不可欠である。さらに近年、百日咳菌に対するマクロライド系抗菌薬の耐性株（MRBP）の出現が問題となっており、耐性遺伝子変異（23S rRNA A2047G）の同定も、治療選択や公衆衛生対応上重要である。実際、日本国内では2018年に2例（大阪府、東京都）でMRBPの検出がありその後沈静化していたが、2024年後半以降、複数地域でMRBPが検出されており、流行株のモニタリングが急務となっている。本研究では、①百日咳疑い患者における原因病原体の鑑別及び②感染百日咳菌株におけるマクロライド耐性遺伝子変異の保有率について調査することを目的とした。

主に疫学研究面：百日咳は特に生後6か月未満の乳児では肺炎や脳炎を合併し重篤化するリスクが高い。学童や成人においては、免疫の減衰に伴う軽症感染例が多く、家庭内や学校な

どを通じて乳幼児に感染を波及させる例も少なくない。本疾患は、2018年から感染症法上の全数把握対象疾患（5類）に指定されたことで、小児定点把握の限界を超えて、成人症例を含む全国的な疫学情報の集積が可能となった。実際に届出情報の解析から、学童期と新生児・乳児期に年齢分布のピークが認められており、特に乳児期の感染源の約4割が年長の同胞であることが明らかになっている。COVID-19流行に伴う非薬物的介入（マスク着用・行動制限等）により百日咳届出数も一時的に減少したが、特定医療機関において局所的な届出集積が観察された。これに対し実施された疫学調査では、イムノクロマト法キット（リボテスト百日咳）による偽陽性の可能性が指摘された。サーベイランス精度向上の観点から診断手法の再評価が必要となった。本研究では、全国の感染症発生動向調査における届出情報と連携しながら、リボテストの精度評価を通じて、より適切な検査活用法を検討し、流行探知の感度と特異度を高める体制構築を目指している。

（２）百日咳ワクチン追加接種政策に関する数理モデルを用いた疫学的評価

本邦では、生後2か月からの百日咳含有ワクチン接種が定期接種として実施されているが、生後6か月未満の未接種乳児を対象とした感染防御策が不十分であり、ワクチン未接種期間における感染防止が公衆衛生上の課題である。諸外国では、就学前児童や妊婦への追加接種を導入しており、学童・成人から乳児への感染連鎖の遮断を図っている。これにならい、本研究では以下の2つの疫学的仮説を検証している：

- 1) 就学前児童への追加接種により、乳児症例数が減少するかを、年齢分布の変化と接種シナリオに基づいた数理モデルで評価。
- 2) 妊婦への接種が乳児の百日咳リスクをどの程度低減させるかを、母子免疫の観点からモデリング。

米国で実施された先行研究（母親接種の有無による乳児患者数推計）を参考に、日本においても同様の数理モデルを構築し、妊婦接種導入による0歳児報告数の推移を疫学的に推計する。

以上の（１）（２）により、本研究は、サーベイランス制度と診断法の精度向上を基盤とした感染症発生動向の正確な把握と、数理モデルを活用した科学的根拠に基づく予防接種政策の最適化を目的としており、百日咳の再興に対する包括的な細菌学的・疫学的アプローチとしての意義を有する。

（３）インフルエンザ関連

（研究代表者による研究として総括報告書に含める。）従前より、ユーザーフレンドリーなサーベイランスシステムの構築と陽性割合の推移や重症例の検出等の分析手法の工夫を行ってきた経緯があり、小児科医有志による呼吸器感染症サーベイランスの実施と分析等はその一例である。流行性感染症（季節性インフルエンザ等）に対する主たる一次予防策であるワクチン効果（Vaccine Effectiveness:VE）を迅速に把握することは公衆衛生行政上も重要であり、北半球の国々では有効性評価に関する速報を1-2月頃（流行時期11-4月頃）に発出することが多かった。国内ではVE評価に必要なat riskの確保として一定の流行状況（人口集団がウイルスの曝露を受けていることが担保される指標）としては、「インフルエンザが流行期に入ったら」、いわゆるインフルエンザ流行レベルマップに規定の単位注意報や警報レベルに達した時点を閾値に決定している場合が多かった。そのシーズン中に活用可能なワクチン有効性を評価するための流行閾値と迅速性に重きを置いた最速な実測値としては（2018/19シーズン）、定点あたり10以上に達した週から4週間、あるいはその翌週から3週間が最速と考えられた（砂川ら。未発表データ）。しかしながら、2020年からパンデミックとなった新型コロナウイルスの流行下では、インフルエンザは季節性を失い、流行状況が不規則となったが、その中でも可能な限り迅速にワクチン有効性を評価できる仕組みを構築することが必要と考えられた。

B. 研究方法

（１）百日咳診断精度の向上と公衆衛生対応の強化に向けて

主に基礎研究面：以下を実施した。

① 百日咳様患者からの病原体鑑別

検体採取：全国19医療機関から、2022年10月1日～2025年1月31日にかけて百日咳疑い患者303例の後鼻腔スワブを収集。

試料処理：抗原検査（リボテスト百日咳）の実施後、残検体を用いてDNA抽出（QIAamp DNA Micro Kit, QIAGEN）。

病原体検出法：4Plex Real-Time PCR法により、以下の4病原体の同時検出を実施：

B. pertussis（百日咳菌）

B. paraptussis（パラ百日咳菌）

B. holmesii

M. pneumoniae（肺炎マイコプラズマ）

※方法詳細はKamachiら（2015）および国立感染症研究所のマニュアル（第4.0版、2024年3

月)を参照。

② マクロライド耐性関連遺伝子の解析

4Plex PCRで百日咳菌またはパラ百日咳菌陽性と判定された検体を対象に、23S rRNA遺伝子におけるA2047G変異の有無を解析。

PCR増幅：KOD FX Neo酵素 (Takara) と特異的プライマー (1505F/2118R) を用いたタッチダウンPCRにより標的領域を増幅。

シーケンス解析：Sanger法により変異を同定 (Wang et al., 2014を参照)。

以上の意義として、これらの検査による百日咳の診断精度向上および耐性株の流行動向把握が可能となる。また、PCRによる多項目病原体同定とシーケンスによる耐性解析は、地域発生状況に即した抗菌薬使用方針や予防接種戦略の再評価にも寄与する。

(倫理面への配慮)

本研究は国立感染症研究所・人倫理審査委員会の承認を得て実施された (承認番号：1750)。詳細は分担研究報告書を参照のこと。

主に疫学研究面：リボテストの精度評価については、基礎研究と連動して、百日咳様症状を有する小児 (0～15歳) を対象に、全国19の協力医療機関において2検体の鼻咽頭ぬぐい液を採取し、一方を迅速抗原検査 (リボテスト)、もう一方をLAMP法 (民間検査会社) に供し、両者の検査精度を比較・評価した。LAMP法は百日咳菌に対する特異性と高感度が報告されており、比較基準とした。感度・特異度・陽性的中率などの指標に加え、被験者の年齢、症状、接種歴、抗菌薬投与などの臨床情報との関連を統計学的に分析し、偽陽性・偽陰性の要因を検討した。これにより、診断の正確性向上と、地域における発生動向の早期把握につながる公衆衛生的意義を明らかにした。

(倫理面への配慮)

国立感染症研究所・人倫理審査委員会の承認を得て実施された (承認番号：1750)。詳細は分担研究報告書を参照のこと。

(2) 百日咳ワクチン追加接種政策に関する数理モデルを用いた疫学的評価

1) 就学前児童に対する追加接種の効果評価

年齢依存型SVEIRモデル (S:感受性保有者、V:ワクチン接種者、E:潜伏期、I:感染者、R:回復者) を構築し、定期接種に加え6歳時点での追加接種を仮定した複数のシナリオについて、感染者年齢分布の変化を検討した。

モデルのパラメータには、感染率や回復率、ワクチンの感染予防効果 (年齢別) を設定し、接種対象年齢での接種完了を前提とした。初期条件の設定には、2018年の感染症発生動向調査に

おける百日咳患者の年齢分布を用い、1年後の2019年の患者分布が再現されるようモデルの整合性を確認した。また、モデル内の年齢間伝播動態をより現実的に反映するため、日本全国の約5,000人を対象に実施したインターネットアンケート調査により、年齢別接触頻度のデータを収集し、年齢階層別の接触行列を作成・導入した。これにより、年齢層間の相互接触が感染伝播に与える影響も考慮したシミュレーションが可能となった。

2) 妊婦に対する追加接種の効果評価

妊婦への百日咳ワクチン追加接種が0歳児の感染予防に与える影響を評価するため、年齢依存型SEIRモデルを構築した。妊婦への接種率を0% (未接種) から25%、50%、75%と段階的に設定し、各シナリオ下での0歳児の百日咳報告数をシミュレーションにより比較した。人口構成や出生割合、ワクチン効果などのパラメータは、国内外の統計資料・先行研究から設定し、接触行列については就学前児童のモデルと同様のWebアンケート調査結果を使用した。これにより、妊婦の追加接種が乳児期における直接的な感染防御に与える効果の定量的推定を試みた。

(倫理面への配慮)

国立感染症研究所・人倫理審査委員会の承認を得て実施された (受付番号:1800)。詳細は分担研究報告書を参照のこと。

(3) インフルエンザ関連

VEを評価するために、test-negative design (TND) などの観察研究手法を用いることとして、特に、「最低限の流行状況」 (minimum epidemic threshold) をどう設定すべきかを明らかにし、暦月 (または週) を指標変数としたモデルを用いて、流行時期の違いや交絡因子を制御した分析手法を調査する。一方で、流行時期の違いや季節性の有無に左右されない仕組みとして、年間を通じてVEの把握が出来るシステム作りを目指す。後者の具体的な方法としては、2025年度より開始されるARIサーベイランス (急性呼吸器感染症サーベイランス) を活用することを検討する。特に急性呼吸器感染症サーベイランス (ARIサーベイランス) における病原体サーベイランスの利活用を想定する。

(倫理面への配慮)
国立感染症研究所・人倫理審査委員会への提出を予定する。

C. 研究結果

(1) 百日咳診断精度の向上と公衆衛生対応の強化に向けて

主に基礎研究面：

1. 百日咳類似症状に関与する病原体の検出状況とその推移の分析

全国19医療機関で収集された百日咳疑い患者303検体に対して、百日咳菌 (*B. pertussis*)、パラ百日咳菌 (*B. parapertussis*)、*B. holmesii*、肺炎マイコプラズマ (*M. pneumoniae*) を標的とした4Plex Real-Time PCRを実施した。検出率はそれぞれ7.9%、4.0%、0.0%、5.0%であり、時期毎の検出傾向に以下の特徴がみられた。

- ・2022年末～2023年中：*B. parapertussis*が相対的に多く検出された一方で、*B. pertussis*はほぼ検出されなかった。

- ・2023年末～2024年にかけて：*M. pneumoniae*の検出数が顕著に増加。

- ・2024年後半以降：*B. pertussis*の検出が増加。これらの病原体検出の推移は、感染症発生動向調査の報告数の変化と概ね一致しており、百日咳および類似疾患の実態を補完的に捉える上で本研究が果たす補完的役割の重要性が示された。

2. 百日咳菌におけるマクロライド耐性遺伝子変異の検出

検出された*B. pertussis* (24検体) および*B. parapertussis* (12検体) について、マクロライド耐性関連変異 (23S rRNA遺伝子A2047G) の有無をシーケンス解析により確認した結果、*B. parapertussis*は全例が感受性型 (A2047A) であった一方、*B. pertussis*のうち38% (9例) が耐性型 (A2047G) を示し、残り58%が感受性型であった。

本研究期間中で初めて耐性株が確認されたのは、2024年Q3に滋賀県で報告された症例であり、マクロライド耐性株の国内再出現および拡大への警戒が必要とされた。

主に疫学研究面：

1. イムノクロマト法 (リボテスト) とLAMP法の精度比較

全国14施設で百日咳疑いと診断され、研究参加に同意を得た303例 (年齢中央値6歳) を対象に、LAMP法とリボテストによる抗原検出結果を比較した。LAMP陽性は24例 (7.9%)、リボテスト陽性は114例 (37.6%) であり、LAMP法を基準とした指標は以下の通り：

- ・感度：70.8%、特異度：65.2%、陽性的中率：14.9%、陰性的中率：96.3%

偽陽性率：34.8%、偽陰性率：29.2%

2. 患者背景および検査前因子との関連分析

LAMP陽性例のうちリボテスト陽性群 (n=17) と陰性群 (n=7) を比較したところ、陰性群の年齢中央値が高く (13歳 vs 11歳)、また抗菌薬投与歴が高頻度 (43% vs 18%) であることが示された。一方、LAMP陰性リボテスト陽性であった97例については、年齢中央値5歳、ワクチン4回以上接種済みが85%、抗菌薬投与歴が72%

であり、明らかな偽陽性例の集積が示唆された。

3. 偽陽性・偽陰性を引き起こす因子の検討 (オッズ比分析)

リボテストの偽陽性について、以下の因子が有意な関連を示した：

- ・年齢0～5歳 (OR=2.07、95%CI：1.25-3.42)
- ・基礎疾患あり (OR=2.97、95%CI：1.77-4.98)
- ・ワクチン4回以上接種歴 (OR=2.19、95%CI：1.16-4.14)
- ・抗菌薬投与歴あり (OR=26.9、95%CI：13.7-53.0)

一方、偽陰性の要因については統計的に有意な関連は認められなかった。

(2) 百日咳ワクチン追加接種政策に関する数理モデルを用いた疫学的評価

1) 就学前児童に対する追加接種の効果評価

モデル構築とシミュレーション手法としては、年齢依存型SVEIRモデルを構築し、MATLAB®を用いて2018年感染症発生動向調査データに基づく2019年年齢別報告数を再現することを目的とした。モデルでは、S (感受性)、V (ワクチン接種済)、E (潜伏期)、I (感染期)、R (回復) に人口を分類し、ワクチン接種歴・年齢による感染予防効果を加味した年齢別感染動態を評価した。また、年齢別接触頻度を反映する接触行列は、国内調査 (Webアンケート) によって得られたデータを基に作成された。

主な結果は、1歳以降の感染者数および年齢分布は概ね再現可能であったが、0歳児の報告数は再現できなかった。就学前児童 (6歳) への百日咳含有ワクチンの追加接種をモデルに反映したところ、全感染者数は約38%減少し、感染者数が最多となる年齢が9歳から12歳にシフトした。ただし、0歳児の感染者数には有意な減少はみられなかった。

2) 妊婦に対する追加接種の効果評価

モデル構築とシミュレーション手法としては、妊婦への百日咳ワクチン接種による0歳児への移行抗体付与効果を加味した年齢依存型変形SEIRモデルを構築。出生時点の母親の接種歴と乳児の定期接種歴に応じて、S (感受性)、V (定期接種あり)、W (母からの抗体あり)、Z (母の抗体あり+定期接種あり) などに分類し、各グループ間の感染・回復ダイナミクスを設定した。妊婦への追加接種は、20～44歳女性人口に年齢別出生率を掛けて接種対象を設定した。主な結果として、妊婦への追加接種率の違いによる0歳児の百日咳報告数の変化は以下の通り：以下、接種状況、0歳児の報告数 (減少率) である。

- ・接種なし、1,097人 (減少なし)
- ・25%接種、796人 (約27%減少)

- ・ 50%接種、720人（約34%減少）
- ・ 75%接種、682人（約38%減少）

（3）インフルエンザ関連

令和6年度は、文献調査並びにARIサーベイランスを活用するVE調査に関する協力自治体のリクルートを行った。

D. 考察

（1）百日咳診断精度の向上と公衆衛生対応の強化に向けて

主に基礎研究面：本研究では、全国19医療機関から収集した百日咳疑い患者303検体の後鼻腔スワブ由来DNAを解析した結果、4Plex PCR法により約17%（51検体）で病原体（Bp:24, Bpp:12, Mp:15）が検出された。特に百日咳菌（Bp）の検出率は7.9%と低く、非流行期における臨床的診断の困難さが改めて浮き彫りとなった。注目すべきは、百日咳菌が検出されなかった時期に、パラ百日咳菌（Bpp）の一過性流行が確認された点であり、これはCOVID-19対策による集団免疫の変化や菌種間競合の影響を反映している可能性がある。類似の現象は米国およびフランスでも報告されており、国際的な共通課題となっている。

さらに、百日咳菌陽性検体のうち38%にマクロライド耐性遺伝子変異（A2047G）を確認し、既にMRBPへの置き換わりが進行している可能性が示唆された。MRBP検出は2024年Q3以降の患者報告数の増加と並行しており、今後さらなる増加が懸念される。現時点でMRBP検出例ではマクロライド系抗菌薬により臨床的改善が得られているが、特に重症化リスクの高い乳児症例では、今後はマクロライド以外の治療選択肢の検討が必要とされる。

なお、本研究では分離株に対する薬剤感受性試験は実施されておらず、今後は病原体サーベイランスを通じて分離株を用いた詳細な薬剤感受性解析の併用が求められる。

主に疫学研究面：本研究では、簡易迅速診断法であるリボテストの精度をLAMP法との比較により評価した結果、偽陽性率34.8%、偽陰性率29.2%、感度70.8%、特異度65.2%という結果となり、現行検査法の精度に重大な課題があることが示された。特に、リボテスト陽性例の約85%がLAMP陰性であったことから、リボテストによる過大診断の可能性が示唆された。

百日咳は感染症法上、*Bordetella pertussis*感染に限って全数届出の対象とされており、届出情報はワクチン効果や流行状況の評価、接種政策の見直しに資する重要な情報基盤であ

る。そのため、診断精度の低い検査法に依存した届出が継続されることは、百日咳の実態把握や予防接種政策の評価において大きな誤差を生む可能性がある。

（2）百日咳ワクチン追加接種政策に関する数理モデルを用いた疫学的評価

1) 就学前児童に対する追加接種の効果評価

本モデルでは就学前児童（6歳）へのワクチン追加接種による感染者全体の減少は確認されたが、0歳児への感染防止効果は再現されなかった。その要因として、0歳児と接触する年齢層（親世代および同胞世代）の接触頻度が実態より過小評価された可能性や、感染源となる成人の百日咳患者が診断されずに報告されていない可能性が指摘された。特に家庭内での接触は頻度と時間が長いにもかかわらず、アンケート調査では人数のカウントのみで、接触の質が反映されていない点がモデルの限界である。今後は接触の内容や時間を考慮した感染力の導入が必要である。

2) 妊婦に対する追加接種の効果評価

妊婦へのワクチン接種は、0歳児の年間報告数を27～38%減少させると予測され、特に重症化しやすい0～4か月児への感染防止効果が高いと考えられた。また、2019年の年齢別報告数の再現も概ね成功し、0歳のピークを再現できた点が妥当性を支持する。ただし、年齢分布の一部に想定外のピークが現れた背景には、COVID-19流行後の接触様式の変化が影響した可能性があり、今後さらなるモデルの改良と検証が必要である。

（3）インフルエンザ関連

数理モデルも活用し、季節性が不安定あるいは熱帯地域などでも、より柔軟かつ迅速にVEを評価する体制を確立できることが文献的にも確認出来た。一方で、国内で始まるARIサーベイランスのうち、特に病原体サーベイランスを柔軟に活用することで、TNDを恒常的に実施できる可能性が見いだせた。これがインフルエンザにおいて可能となれば、関係者の負担を減らした形で、公衆衛生行政が取り組みやすいVEの観測や、精度が上がることでワクチン政策（例：接種勧奨、株選定評価）に寄与する情報収集が可能になることが期待される。さらに、ARIサーベイランスに含まれる、他の呼吸器ウイルス（RSVやCOVID-19）への応用可能性が広がる。手法の標準化を図り、今後、全国への展開を図ることも期待される。

E. 結論

2022年10月1日～2025年1月31日の調査期間

のうち、2022～2023年にパラ百日咳菌の一過性の流行を検知した。また、2024年Q3以降の百日咳患者の増加に伴い、マクロライド耐性百日咳菌の検出が上昇した。現時点で国内百日咳菌流行株のうち、約4割がMRBPに置き換わっていることが示唆された。リボテストの精度評価については、リボテスト百日咳の高い偽陽性率および偽陰性率が明らかとなり、当該キットを用いた診断、サーベイランス結果の解釈には慎重な判断が求められる。偽陽性原因としては、検査前抗菌薬投与やワクチン既接種歴などが有意な関連因子として抽出されており、こうした要因を踏まえた検査の適正使用が今後の課題である。ただし、一般に陽性的中率や陰性的中率は事前確率が大きく影響することや、抗原交差性も含めた再評価の必要性など、事前確率の高い百日咳流行期においても評価を加える予定である。

就学前児童と妊婦へのワクチン追加接種に関する検討としては、百日咳含有ワクチンの就学前児童に対する追加接種により感染者数のピークを迎える年齢が3年後倒しとなり、患者数は約4割減少することがシミュレーションで明らかになったが、0歳の感染者数は再現が困難であった。家庭内での接触の質や未診断の感染者を考慮する必要がある。妊婦に百日咳の追加ワクチン接種（接種率25～75%）を行うシミュレーションでは、0歳児の百日咳の報告数は年間301～415例（27%～38%）減少すると予測された。就学前児童への追加接種による直接的な乳児保護のエビデンスに至らなかったことを踏まえると、予防接種としては、妊婦接種と就学前児童接種の組み合わせによる多方面の包括的戦略が望まれると考える。

ARIサーベイランスを活用したインフルエンザワクチンVE観測システムの構築は大きな可能性を秘めていることから、次年度中の実装を実現させる。

F. 健康危険情報

令和6年度中の該当なし（ただし、令和7年5月10日に厚生労働省厚生科学課への健康危険情報提出あり）

G. 研究発表

1. 論文発表

該当なし

2. 学会発表

Otsuka N, Matsui M, Koide K, Goto M, Kamachi K, Kenri T. Evaluation of MALDI-TOF MS species identification on F HA-deficient *Bordetella pertussis*. 14th International Bordetella symposium. June 24-28, 2024. Prague, Czech Republic.

H. 知的財産権の出願・登録状況

（予定を含む。）

1. 特許取得

該当なし

2. 実用新案登録

該当なし

3. その他

該当なし