

令和 4 年 6 月 2 日現在

機関番号：14301

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2019～2021

課題番号：19K24159

研究課題名（和文）数理モデルを用いたワクチンの間接的効果と最適な予防接種政策の特定

研究課題名（英文）Modelling studies to identify the indirect effects of vaccines and the optimal immunization policies

研究代表者

鈴木 絢子（Suzuki, Ayako）

京都大学・医学研究科・特定助教

研究者番号：90849986

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究課題では、水痘ワクチン定期接種化と新型コロナウイルス感染症のパンデミックに伴う公衆衛生対策が日本の水痘疫学動態に与える影響の検討を行なった。

2014年10月に水痘ワクチンが定期接種化されて以降、水痘の報告数は急激に減少している一方で水痘に感受性を持つ10歳以上の人口数が上昇していることが示され、水痘ワクチン未接種の世代へのワクチン接種を検討する必要性が示唆された。さらに、水痘ワクチンの効果は非常に高く、新型コロナウイルス感染症流行に伴う公衆衛生対策によって感染者が減少したにも関わらず、感受性人口の増加は認めず今後、生活が正常化して以降も大規模流行が発生する可能性は低いことが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の目的はワクチン接種政策、感染症対策への数理モデルの活用であり、特に水痘に着目し研究を実施した。2014年10年に開始された水痘ワクチン定期接種化の効果について評価しワクチン未接種の世代への追加接種の必要性を検討した点や、新型コロナウイルス感染症に伴って実施されてきた公衆衛生対策が将来の水痘疫学動態に与える影響を検討して点で社会的意義がある研究である。また、水痘ワクチンの定期接種化による水痘感染年齢の上昇については以前より指摘されており、日本の疫学データを利用して定量的に示した点で学術的な意義も高いと考える。

研究成果の概要（英文）：In this research project, we examined the impact of the introduction of routine varicella vaccination and public health measures associated with the pandemic of COVID-19 on varicella epidemiological dynamics in Japan.

Since the routine varicella vaccination program was introduced in October 2014, the number of reported varicella cases decreased rapidly. However, this study showed that the number of susceptibles has increased especially in children older than 10 years old, suggesting the need for the supplementary vaccination to the unvaccinated birth cohorts in the future. Furthermore, the varicella vaccine is highly effective, and despite the decrease in the number of infected during the COVID-19 pandemic, the susceptible population has not increased. The result indicated that a large epidemic is unlikely to occur in the future, even after life goes back to normal as it was before the pandemic.

研究分野：社会医学

キーワード：水痘 予防接種 新型コロナウイルス 疫学 数理モデル

## 1. 研究開始当初の背景

ワクチンの定期接種は有効性や安全性に加えて、社会的価値などが考慮され決定され、その評価に費用対効果分析などが実施されているが、多くの研究で感染症の罹患リスクと予防接種率との間に線形の関係性を想定したモデルを用いる傾向がある。しかし、予防接種は集団免疫を伴うため、感染リスクと接種率の関係は本質的に非線形であり、伝播メカニズムを捉えた数理モデルを用いて間接的効果を加味した評価が求められる。現実社会で起こり得る、直接・間接両方の要素を分析に反映することで、実社会の政策判断を実施する必要があることから、本研究課題ではワクチンの間接的効果を考慮し、日本において理論的に最適な予防接種政策を検討することを目的とし研究を実施した。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は ワクチンの間接的効果を考慮しつつ最適な予防接種政策を検討すること、ワクチン予防可能感染症の再興リスクをリアルタイムで監視するシステムを構築することであった。 に関しては本研究では日本における水痘に着目し、2014年10月より実施された水痘ワクチン定期接種化の影響を定量的に評価するとともに将来の疫学動態の検討もおこなった。また、 に関しては研究実施中に新型コロナウイルス感染症の世界的流行が発生したことから、当初の目的を変更し、新型コロナウイルス感染症のパンデミックに伴う公衆衛生対策が日本における水痘疫学動態に与える影響の検討を実施した。(以降目的の研究を研究1、目的の研究を研究2とする)

## 3. 研究の方法

感染症発生動向調査に基づく水痘感染者の報告数(研究1では1990年から2019年までの年齢群別の水痘の年間報告患者数、研究2では2010年から2021年の週別の水痘報告患者数)、水痘ワクチン接種率、出生数及びその予測数の3つのデータを用いた。バランス方程式に水痘感染者の報告数を適合し疫学データを適合し、最尤推定法を用いて年代別の年間感染リスク(研究1)と感染力の経時的な変化(研究2)をそれぞれ推定した。研究1では推定したパラメータを利用し、1990年以降の水痘の疫学動態の再構築を行い、2033年までの将来の疫学動態の推定も実施した。研究2に関しても同様の手法で2027年までの疫学動態の推定を実施した。

## 4. 研究成果

### 研究1の結果

水痘の発生届出総数は1990年以降徐々に低下しており、年毎の水痘感染リスクについても水痘ワクチン定期接種が開始された2014年以降、10歳以下の年齢で低下が見られた。一方で水痘発生届出数は10-14歳の年齢で2014年以降上昇が見られた。2011年頃から日本の水痘ワクチン接種率は上昇傾向が見られていたが、その頃から水痘ワクチンの定期接種開始前に出生したコホートでは、水痘ワクチン未接種で感染せずに感受性を持つ10-14歳の人口数が上昇し、かつ年毎の感染リスクの上昇も見られた(図1)。1-4歳の感受性人口は今後も低い水準に保たれることが予測された。水痘ワクチンの定期予防接種導入により、小学校低学年までの年代で水痘発生数の減少が見られた一方で、10-14歳では発生数の上昇が確認された(図2)。

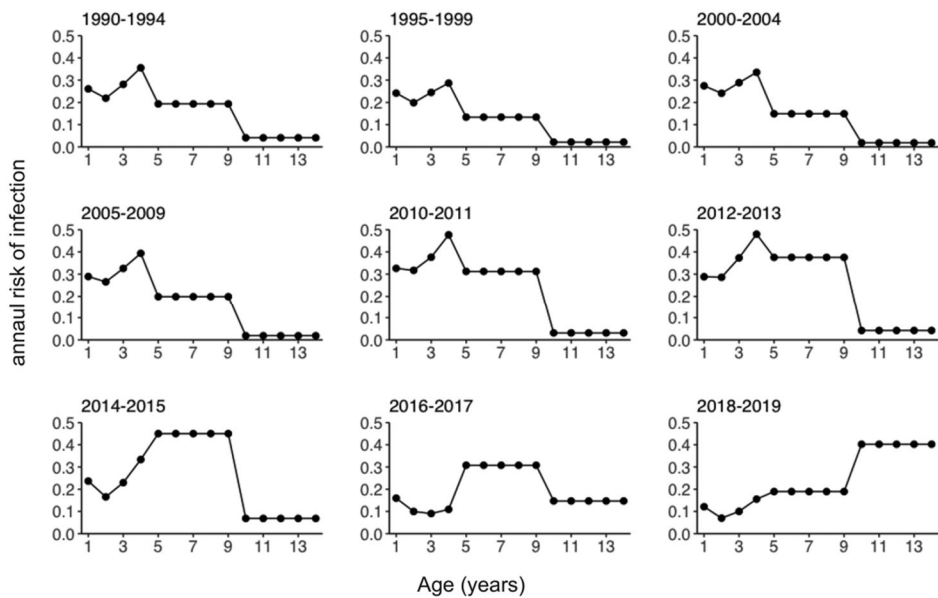


図 1 . 水痘の出生年別にみた年間感染リスク

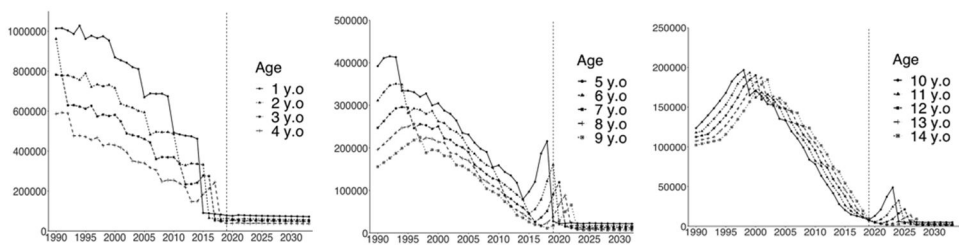


図 2 . 予防接種に伴う感染年齢の上昇を加味した水痘の予測

### 研究 2 の結果

感染力はワクチン接種開始前、開始後、パンデミック後で図 4 に示すような経時変化が見られた。感受性人口は 2010 年以降緩やかな低下を続けており、COVID-19 パンデミック中はその低下に鈍化が見られたが、2023 年以降も緩やかに減少を続けると予測された。また、2023 年以降、人流増加等の影響により感染力がパンデミック前より 50%上昇した場合においても水痘患者数が爆発的に増加する可能性は低いことが示唆された（図 4）。

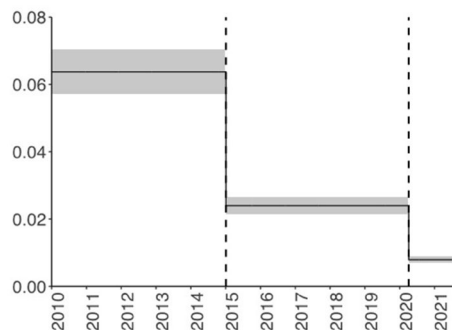


図 3 感染力の経時変化

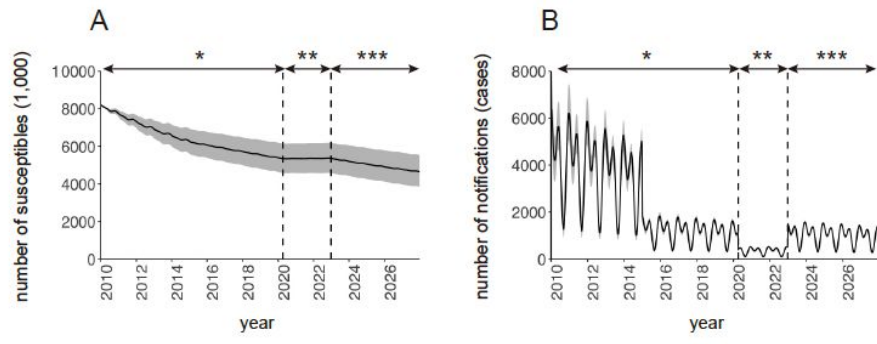


図4 疫学動態の経時変化

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Suzuki Ayako, Nishiura Hiroshi	4. 巻 10
2. 論文標題 Reconstructing the transmission dynamics of varicella in Japan: an elevation of age at infection	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 PeerJ	6. 最初と最後の頁 e12767 ~ e12767
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7717/peerj.12767	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 鈴木絢子
2. 発表標題 感染症数理モデルを用いた予防接種政策の検討
3. 学会等名 第91回日本衛生学会学術総会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木絢子
2. 発表標題 日本における水痘ワクチン定期接種の疫学動態への影響の定量化と感受性宿主の予測
3. 学会等名 第32回日本疫学会学術総会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鈴木絢子
2. 発表標題 パンデミック後の日本における水痘の疫学動態：新型コロナウイルス感染症の公衆衛生対策の影響の検討
3. 学会等名 第92回日本衛生学会学術総会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------