

令和 4 年 6 月 9 日現在

機関番号：16301

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化(B)）

研究期間：2019～2021

課題番号：19KK0107

研究課題名（和文）蚊共生細菌ボルバキアによるデング熱の生態学的制御：安心・安価な新技術の提案

研究課題名（英文）Biological Control of Dengue Disease Using Symbiotic Wolbachia Bacteria:  
Environmentally Safe and Inexpensive Approach

研究代表者

渡辺 幸三（Watanabe, Kozo）

愛媛大学・沿岸環境科学研究センター・教授

研究者番号：80634435

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 14,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、ネッタイシマカに自然感染した蚊共生細菌ボルバキアを活用して、デング熱流行を制御する安心・安価な技術を開発することである。金ナノ粒子を使った簡便なボルバキア検出手法の有効性が確認された。また、マニラのネッタイシマカの集団遺伝解析から、幹線道路を横断する蚊の飛翔が妨げられていることも明らかになった。さらに、メトロマニラで採取した429匹のネッタイシマカ成虫をリアルタイムPCRによりボルバキア濃度を定量した結果、ボルバキア陽性となった267個体のうち、3つのボルバキア系統グループ間で、蚊体内のボルバキア濃度に有意な違いがあることが明らかにされた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ネッタイシマカに自然感染した蚊共生細菌ボルバキアを活用してデング熱流行を制御する手法の活用につながる様々な発見をした。特に、ネッタイシマカ体内で高濃度になりやすいボルバキア株があったことは、蚊体内において効率的にデングウイルス濃度を制御するために、これらのボルバキア株の活用が有効であることを示唆する有用な発見となった。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to develop a safe and inexpensive technique to control dengue fever epidemics by utilizing the mosquito-symbiotic bacterium Wolbachia strains infected in the dengue vector *Aedes aegypti*. The effectiveness of the simple Wolbachia detection method using gold nanoparticles proposed by this study was confirmed. Population genetic analysis of the *Aedes aegypti* in Manila also revealed that the flight of mosquitoes crossing large roads was limited. In addition, real-time PCR quantification of Wolbachia concentrations in 429 adults *Aedes aegypti* collected in Metro Manila revealed significant differences in Wolbachia concentrations in mosquito bodies among three Wolbachia strain groups among the 267 individuals that tested positive for Wolbachia.

研究分野：熱帯疫学

キーワード：デング熱 ネッタイシマカ フィリピン ボルバキア 蚊媒介感染症

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

近年、東南アジアではデング熱等の蚊媒介感染症が大流行している。蚊は世界で最も多くの人間を殺す生物である。デングウイルスは「ヒト-蚊-ヒト」の感染環により流行が拡大する。投薬等の医学的制御だけではなく、蚊へのウイルス感染や蚊の移動拡散に着目した生態学的制御も重要であり、環境工学が果たす役割は大きい。

近年、蚊からヒトへのデングウイルス感染を抑制する昆虫共生細菌ボルバキア (*Wolbachia*) が注目されている。ボルバキアとウイルスは競合関係にあり、ボルバキア感染蚊の体内ではウイルスが増幅しない。ボルバキアはメス蚊から子に垂直感染する。したがって、ボルバキアに感染したメス蚊を環境中に放虫すれば、ウイルスを感染しない安全な蚊への集団置換が進むことが期待される。近年、オーストラリアやマレーシアなどの世界 8 都市で、ハエから単離したボルバキア株を注射したネッタイシマカを大量に放虫する社会実験が試みられているが、その試みは極めて限定的である。遺伝子汚染の観点から、地域外から持ち込んだ細菌株の環境拡散に地元政府・住民の合意を得られにくいからである。さらに、地域ごとのネッタイシマカに遺伝的に適応した細菌株を使っていないため、垂直感染しにくく、ボルバキア感染蚊が増えにくいとも考えられている。

従来、ネッタイシマカにはボルバキアは自然感染しないと考えられていたが、申請者らはこの従来の定説を覆し、2016 年にマニラ広域でネッタイシマカにボルバキアが自然感染している事実を世界で初めて見つけた、その後、他の海外研究グループも複数都市で自然感染を報告している。この自然感染の発見が本申請研究の発想の出発点である。現在もマニラではデング熱が流行しており、ネッタイシマカのボルバキア感染率 17.7% では低いと考えられる。この感染率を効率良く高めるための技術開発が本研究課題の核心である。

### 2. 研究の目的

近年、蚊からヒトへのデングウイルス感染を抑制する昆虫共生細菌ボルバキアが注目されている。本研究の目的は、地域のネッタイシマカに自然感染したボルバキアを活用してデング熱流行を制御する安心・安価な技術を開発することである。

### 3. 研究の方法

まず、米国・ミシガン州立大に渡航して、ナノバイオセンサー研究室においてボルバキアの検出精度を高める金ナノ粒子の最適粒径や密度の設計と共に、金ナノ粒子に固定する DNA 断片の設計を行った。実際に想定される低濃度かつ低純度の DNA 試料からでも検出できる頑健な技術を開発を目指した。

また、フィリピン・マニラで採取したネッタイシマカ成虫から抽出した DNA を使った DNA 多型解析 (マイクロサテライト解析) をした。また、次世代シーケンサーでゲノム情報を迅速に解読した。各ゲノムから膨大な数の一塩基多型 (SNP) 領域を検索する。SNP データから地点間の遺伝子流動の強さ (移動個体数) を推定する。遺伝子流動と土地利用区分や道路形状等の多変量環境データの関係を機械学習モデルで定量化した。

次に、フィリピン・マニラにおいて、多くの水たまり (バケツ、花瓶等) から蚊幼虫を採取する。金ナノ粒子法とボルバキア特異的プライマーによる定量 PCR 法で感染を検査し、母子の垂直感染率を推定する。また、一部の個体は体内のボルバキア DNA コピー数を定量し、ボルバキア量の個体間変動を調べる。ボルバキア DNA の配列も解読することで、蚊体内で増えやすい遺伝系統をスクリーニングして、放虫に用いるべき系統を明らかにする。

また、当初予定していたボルバキア感染蚊への集団置換の実証実験については、新型コロナウイルス感染症の流行により実施することができなくなったため断念した。

### 4. 研究成果

まず、米国・ミシガン州立大のナノバイオセンサー研究室とテレビ会議を通じて金ナノ粒子によるボルバキア感染検査法の開発を行った (図 1)。研究室から特許のかかった金ナノ粒子を分与していただき、蚊の全身から抽出した DNA からボルバキアに由来する DNA を検出するための最適な実験プロトコルを見つけるための実験を行った。蚊 DNA に占めるボルバキア DNA の割合

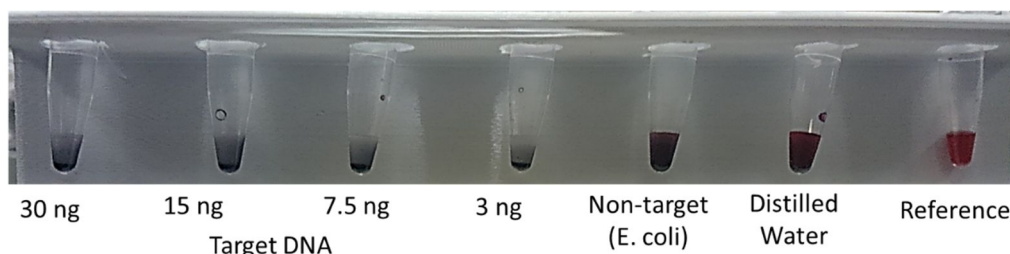


図 1 金ナノ粒子を用いたボルバキア DNA の検出実験の結果。

が非常に低いので、ボルバキアに特異的な配列を有する磁石プローブを使ったボルバキア DNA を濃縮する手法の開発を行った。その結果、ボルバキア (Target DNA) と金ナノ粒子を混ぜて 2 0 分間反応させたチューブの色が変化する反応が観察されたが、非対象生物の大腸菌 DNA や水か蚊 DNA では反応しなかったため、金ナノ粒子によりボルバキア DNA を特異的に検出できることが確認された。しかし、DNA 濃度が低い場合には、ボルバキアの検出はできなかった。

次に、マニラの 1 km x 2 km の小さい範囲を対象にして 200m 幅の幹線道路で採取した 376 個体のネッタイシマカ成虫から抽出した DNA を使って、種内個体間で高い DNA 多型が見られやすいことが知られている 11 領域のマイクロサテライトマーカーを使った DNA 多型実験を行った(図 2)。その結果、感染道路を跨ぐ蚊の移動が統計的に有意に制限されていることが分かった。また、DNA 多型データに基づく起源生息地を推定した結果、起源生息地から幹線道路を渡って採取された蚊は 26 個体 (6.9%) に止まることも分かった。このことから、幹線道路を横断する蚊の飛翔が妨げられていることが明らかになった。病原性ウイルスに感染した蚊がある地域で発生した場合に、幹線道路を超えた飛翔は制限されることを前提に、殺虫剤の散布計画を立てるなども可能になる。

また、メトロマニラ広域から集めた 217 個体のネッタイシマカ成虫から抽出した DNA を使って、ゲノムワイドに一塩基多型 (SNP) 遺伝子座の遺伝子頻度を推定する Double digest restriction-site associated DNA (ddRADseq) 解析も行った。その結果、12,771 SNP 遺伝子座を見つけることができた。これら SNP 遺伝子座を使った集団遺伝解析の結果、雄集団と雌集団の集団遺伝構造を比較すると、雄集団の方が地域集団間の遺伝的分化が大きく、メトロマニラの地域間交流が制限されている傾向が明らかにされた。

### (3) ボルバキア感染蚊の繁殖と感染の検証

フィリピンのマニラの 183 世帯から収集したヒトスジシマカ (*Aedes albopictus*) 成虫 12 個体とネッタイシマカ (*Aedes aegypti*) 359 個体、11 世帯の 17 個の水容器から採取したシマカ属幼虫 (n = 509) から、ボルバキアを PCR で検出した。シマカ属幼虫と成虫の DNA は、最適化されたポリメラーゼ連鎖反応 (PCR) 条件に従い、wsp マーカーと 16S マーカーを用いてボルバキアの有無を調べて、さらに、感染しているボルバキアの塩基配列を決定した。また、昆虫の系統発生解析に用いられることが多いミトコンドリア DNA の cox1 マーカーを用いた PCR を行い、ボルバキア陽性サンプルの cox1 マーカーの塩基配列も決定した。

その結果、ネッタイシマカ成虫 359 個体中 3 個体 (0.84%) とヒトスジシマカ成虫 12 個体 (100%) がボルバキア陽性であり、幼虫はすべてボルバキア陰性 (0/509; 0%) であった。ボルバキアの検出に用いた二つの DNA マーカーのうち、wsp マーカーでは 6 個体のヒトスジシマカが陽性となり、16S マーカーでは 3 個体のネッタイシマカと 10 個体のヒトスジシマカが陽性となった。興味深いことに、1 世帯から 3 匹のボルバキア陽性のヒトスジシマカが、ヒトスジシマカ (wsp と 16S) マーカーとミトコンドリア cox1 マーカーのすべてで単一のハプロタイプを持っていることが判明した。理論的には、ボルバキアに感染した母個体から生まれた子孫 (兄弟姉妹) はボルバキアゲノムとミトコンドリアゲノムを共有 (同じ DNA 配列を有する) 。つまり、こ

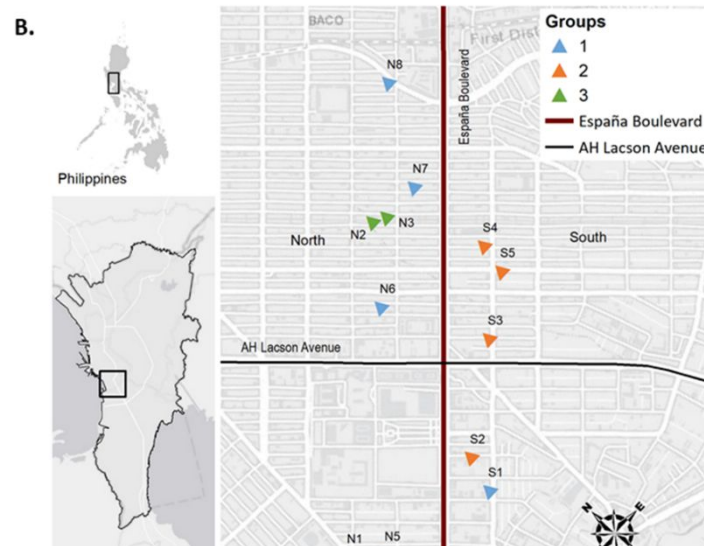
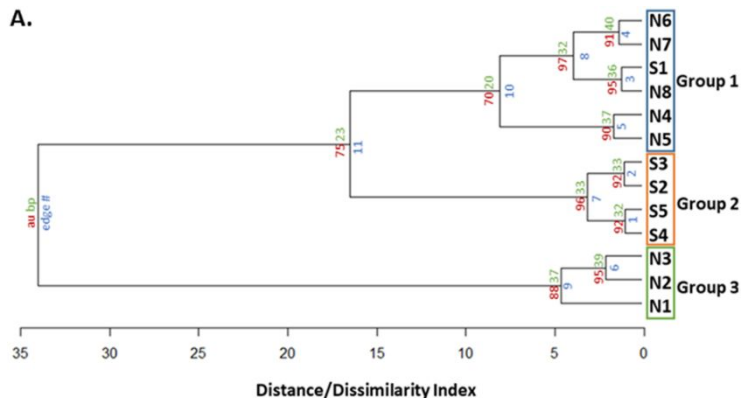


図 2 フィリピン・マニラに生息するネッタイシマカへのボルバキア感染状況を調査した 183 世帯の分布。緑 (四角形) は幼虫が採取された世帯、青 (五角形) はボルバキア陽性蚊が採取された世帯、赤 (三角形) はボルバキア陰性蚊が採取された世帯を表す。

の世帯で捕獲されたボルバキア陽性の3個体は、同じ母個体から生まれ、その母個体からボルバキアが母系感染したことを示している。この結果は、実験室に確認されていたボルバキアの母系感染が、野外蚊においても起きてることを示す初の証拠となった。野外採集した蚊の母系感染を検証するために、ボルバキアのDNAマーカー(wsp と 16S)とミトコンドリアDNAのcox1マーカーの塩基配列データを組み合わせるアプローチの有効性を示した。

メトロマニラで採取した429匹のネッタイシマカ成虫をリアルタイムPCRによりボルバキ濃度を定量した。wspマーカーで陽性となった267個体のうち、雌個体よりも雄個体の方が優位に高い濃度のボルバキアを有していることが明らかになった。また、ボルバキアのwsp配列に基づく系統解析の結果、3つの系統グループがメトロマニラには存在していた。これら系統グループ間においても、蚊体内のボルバキア濃度に有意な違いがあることが明らかにされた。

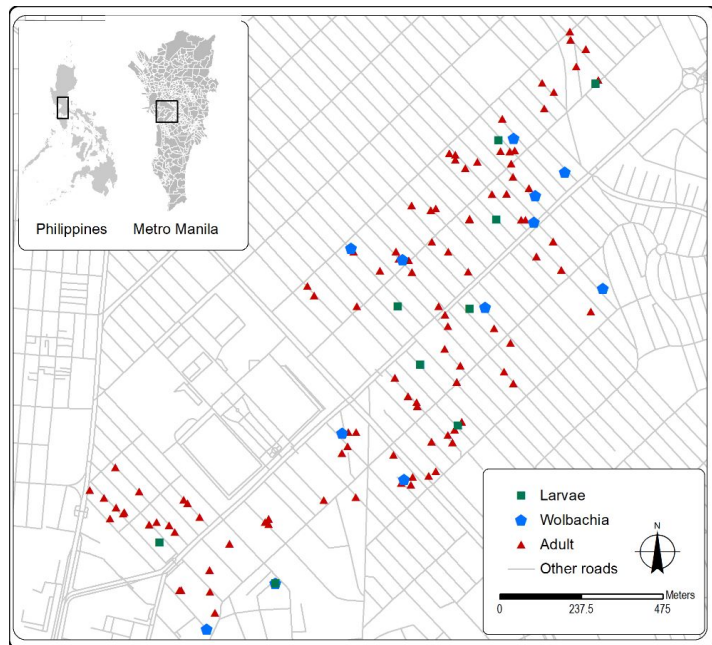


図3 フィリピン・マニラの幹線道路(Bの茶色線)に分断された13のネッタイシマカ地域集団間の遺伝的分化。A: 13地域集団間の遺伝的類似関係とそこから検出された3つの遺伝的グループ。B: 13地域集団の上記3つの遺伝的グループの位置。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 9件 / うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 Regilme, M. A. F., Inukai T. and Watanabe K.	4. 巻 9(3)
2. 論文標題 Detection and phylogeny of Wolbachia in field-collected Aedes albopictus and Aedes aegypti from Manila City, Philippines	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 European Journal of Molecular & Clinical Medicine	6. 最初と最後の頁 3060-3073
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 -
1. 著者名 Reyes Jerica Isabel L., Suzuki Yasutsugu, Carvajal Thaddeus, Mu?oz Maria Nilda M., Watanabe Koza	4. 巻 11
2. 論文標題 Intracellular Interactions Between Arboviruses and Wolbachia in Aedes aegypti	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Cellular and Infection Microbiology	6. 最初と最後の頁 690087
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fcimb.2021.690087	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 該当する
1. 著者名 Regilme, M. A. F., T. M. Carvajal, A. C. Honnen, D. M. Amalin, and K. Watanabe	4. 巻 15(2)
2. 論文標題 The influence of roads on the fine-scale population genetic structure of the dengue vector Aedes aegypti (Linnaeus)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 PLOS Neglected Tropical Diseases	6. 最初と最後の頁 e0009139
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pntd.0009139	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 該当する
1. 著者名 Carvajal, T. M., D. M. Amalin, and K. Watanabe	4. 巻 87
2. 論文標題 Wing Geometry and Genetic Analyses Reveal Contrasting Spatial Structures between Male and Female Aedes aegypti Populations in Metropolitan Manila, Philippines	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Infection, Genetics and Evolution	6. 最初と最後の頁 104676
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.meegid.2020.104676	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 該当する

1. 著者名 Balingit, J. C., T. M. Carvajal, M. Saito-Obata, M. Gamboa, A. D. Nicolasora, A.K. Sy, H. Oshitani, and K. Watanabe	4. 巻 13
2. 論文標題 Surveillance of Dengue Virus in Individual Aedes aegypti Mosquitoes Collected Concurrently with Suspected Human Cases in Tarlac City, Philippines	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Parasites & Vectors	6. 最初と最後の頁 594
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s13071-020-04470-y	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 該当する

1. 著者名 Carvajal, T. M., K. Ogishi, S. Yaegashi, L. F. T. Hernandez, K. M. Viacrusis, H. T. Ho, D. Amalin, and K. Watanabe	4. 巻 4(5)
2. 論文標題 Fine-Scale Population Genetic Structure of Dengue Mosquito Vector, Aedes aegypti in Metropolitan Manila, Philippines	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PLOS Neglected Tropical Diseases	6. 最初と最後の頁 e0008279
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pntd.0008279	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 該当する

1. 著者名 Carvajal, T. M., K. Ogishi, S. Yaegashi, L. F. T. Hernandez, K. M. Viacrusis, H. T. Ho, D. Amalin, and K. Watanabe	4. 巻 4(5)
2. 論文標題 Fine-Scale Population Genetic Structure of Dengue Mosquito Vector, Aedes aegypti in Metropolitan Manila, Philippines	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PLOS Neglected Tropical Diseases	6. 最初と最後の頁 e0008279
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pntd.0008279	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 該当する

1. 著者名 Faridah, L, F. Rinawan, N. Fauziah, W. Mayasari, A. Dwiartama, K. Watanabe	4. 巻 17(5)
2. 論文標題 Understanding Hurdles in the Implementation of Health Information System (HIS) Through an Institutional Framework: A Case of Bandung, West Java Province, Indonesia	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Environmental Research and Public Health	6. 最初と最後の頁 1795
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijerph17051795	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Carvajal, T. M., K. Hashimoto, R. K. Harnandika, D. M. Amalin and K. Watanabe	4. 巻 12 (1)
2. 論文標題 Detection of Wolbachia Infection in Field-collected Mosquito Vector, <i>Aedes aegypti</i> in Metropolitan Manila, Philippines	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Parasites & Vectors	6. 最初と最後の頁 361
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s13071-019-3629-y	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 該当する

1. 著者名 Faridah, L., N. Fauziah, S Ekawardhani, Riyadi, and K. Watanabe	4. 巻 13 (7)
2. 論文標題 Is Rapid Dengue Test Necessary at Primary Health Centre? A Study In Bandung City	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Clinical and Diagnostic Research	6. 最初と最後の頁 DC20-DC23
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7860/JCDR/2019/41059.13004	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 該当する

〔学会発表〕 計12件 (うち招待講演 7件 / うち国際学会 12件)

1. 発表者名 Micanaldo Ernesto Francisco, Thaddeus M. Carvajal, and Kozo Watanabe
2. 発表標題 Inference of Spatial and Temporal Dataset Granularity Effect to the Performance of Machine Learning in Dengue Forecast
3. 学会等名 2nd JSPS Core-to-Core Symposium: Center of Excellence in Health Risk Assessment for Adaptation to Climate Change (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Maria Angenica Fulo Regilme, Thaddeus Carvajal, AnnChristin Honnen, Divina Amalin, Kozo Watanabe
2. 発表標題 The influence of roads on the fine-scale population genetic structure of the dengue vector <i>Aedes aegypti</i> (Linnaeus)
3. 学会等名 2nd JSPS Core-to-Core Symposium: Center of Excellence in Health Risk Assessment for Adaptation to Climate Change (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 La Ane, R., I. Wahid, A. Susilawaty, H. Ishak, E. Ibrahim, M-C Chiu, V. R. D. M. Herbuela, and K. Watanabe
2. 発表標題 The Influence of Water Supply Conditions and Water Storage Containers toward Vector Prevalence and Abundance in Makassar City, Indonesia
3. 学会等名 2nd JSPS Core-to-Core Symposium: Center of Excellence in Health Risk Assessment for Adaptation to Climate Change (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Agustian D, Jaya IGM, Permana YS, Faridah L, Agoes R, Watanabe K
2. 発表標題 The Time Varying Effect of Weather Variables and its Interaction on Dengue Occurrence During 2009-2015, in Bandung City, Indonesia
3. 学会等名 5th International Conference on Climate Change 2021 (ICCC 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Maria Angenica Fulo Regilme , Megumi Sato , Tsutomu Tamura , Reiko Arai , Marcello Otake Sato , Sumire Ikeda , Masaya Doi, Kohki Tanaka , Maribet Gamboa , Michael T. Monaghan, Kozo Watanabe
2. 発表標題 Comparative population genetic structure of Ixodes ovatus and Haemaphysalis flava in Niigata Prefecture
3. 学会等名 The 43rd Annual Meeting of the Molecular Biology Society of Japan (MBSJ online) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kozo Watanabe
2. 発表標題 Molecular Genetic Approaches to the Assessment of Dam Impact on Stream Macroinvertebrates and Dengue Virus Surveillance of Vector Mosquitoes
3. 学会等名 47th Philippine Society of Biochemistry and Molecular Biology (PSBMB) Annual Convention (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年



1. 発表者名 Carvajal, Thaddeus; Amalin, Divina and Kozo Watanabe
2. 発表標題 Wing Geometry and Genetic Analyses Reveal Contrasting Spatial Structures between Male and Female <i>Aedes aegypti</i> (L.) (Diptera: Culicidae) Populations in Metropolitan Manila, Philippines
3. 学会等名 The Pan-African Mosquito Control Association (PAMCA) - Vectorbase Students and Young Investigators Vector Meeting (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Maria Angenica Fulo Regilme, Thaddeus Carvajal, Ann?Christin Honnen, Divina Amalin, Kozo Watanabe
2. 発表標題 The effect of roads on the population genetic structure of the dengue vector, <i>Aedes aegypti</i>
3. 学会等名 2020 Annual Virtual Meeting of the American Society of Tropical Medicine and Hygiene (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Micanaldo Ernesto Francisco, Thaddeus M. Carvajal, Masahiro Ryo, Kei Nukazawa, Divina M. Amalin and Kozo Watanabe
2. 発表標題 Dengue Disease Dynamics are Modulated by Combinatory Influences of Precipitation and Landscapes: A Machine Learning ? based Approach
3. 学会等名 Water and Environment Technology Conference 2020 Online (WET2020-Online) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Thaddeus Carvajal, Jayson Capistrano, Phoebe Diez, Paolo Pacheco, Jerica Isabel Reyes, Howell Ho, Divina Amalin and Kozo Watanabe
2. 発表標題 The Status of Biological Control Approaches Against Aedes-borne Diseases: How Far Are We in Effectively Controlling this Mosquito Vector?
3. 学会等名 Rundown International Webinar: Environmental Health Emerging Diseases (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Carvajal Thadeus, Alocilja Evangeline, Divina Amalin and Watanabe Kozo
2. 発表標題 Designing and Developing a Nanobiosensor for the detection of important microbials in Ae. aegypti
3. 学会等名 1st JSPS Core-to-Core Symposium: Center of Excellence in Health Risk Assessment for Adaptation to Climate Change (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kozo Watanabe
2. 発表標題 Detection of Wolbachia in Field-collected Dengue Vector Mosquito, Aedes aegypti in the Philippines
3. 学会等名 1st JSPS Core-to-Core Symposium: Center of Excellence in Health Risk Assessment for Adaptation to Climate Change (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019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
研究分担者	糠澤 桂 (Nukazawa Kei)  (20725642)	宮崎大学・工学部・助教  (17601)	
研究分担者	八重樫 咲子 (Yaegashi Sakiko)  (30756648)	山梨大学・大学院総合研究部・助教  (13501)	
研究分担者	ガンボア・メンデス マリベット・ アリアナ (Gamboa Mendez Maribet Ariana)  (30849477)	愛媛大学・理工学研究科(工学系)・助教  (16301)	

#### 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1件

国際研究集会 International Symposium (Webinar) of jointly organized by Ehime University and De La Salle University - Philippines "Usable Science Resulting in Impact"	開催年 2020年～2020年
--	--------------------

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
---------	---------