

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 31 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究（S）

研究期間：2007～2011

課題番号：19101010

研究課題名（和文）東南アジアで越境する感染症：多角的要因解析に基づく地域特異性の解明

研究課題名（英文）INFECTIOUS DISEASES SPREADING ACROSS INTERNATIONAL BORDERS IN SOUTHEAST ASIA: THE ELUCIDATION OF AREA-SPECIFIC FEATURES BASED ON MULTIFACTORIAL ANALYSIS

研究代表者

西瀨 光昭（NISIBUCHI MITSUAKI）

京都大学・東南アジア研究所・教授

研究者番号：50189304

研究成果の概要（和文）：本研究では、東南アジアで越境する新型腸管感染症が多発している代表地域等で調査を行い、伝播ルート进行明らかにした。また国境でマラリアが、労働者の国境移動などに伴って越境している現状を明らかにした。さらにアジアで重要になっている蚊媒介性ウイルス性感染症のチクングニヤ熱とデング熱も含めたこれらの感染症について、それらの発生と伝播に影響を及ぼす重要な要因と感染症の発生・伝播による生活・社会への影響を明らかにし、これらから東南アジアの地域特異性を考察した。

研究成果の概要（英文）：In this study, we investigated representative areas of Southeast Asia where enteric infections are prevalent and spreading across international borders and we disclosed the routes of their transmission. We showed the situation where malaria is spread across international borders along with labor flow. We also added Chikungunya fever and dengue/ dengue fever, mosquito-borne viral diseases, that are becoming important in Southeast Asia, as a subject of our study and we revealed important factors stimulating emergence and spread of the above infectious diseases, their effects on the people's life and the society, and discussed unique features of Southeast Asia.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	20,000,000	6,000,000	26,000,000
2008年度	18,400,000	5,520,000	23,920,000
2009年度	15,800,000	4,740,000	20,540,000
2010年度	14,900,000	4,470,000	19,370,000
2011年度	14,500,000	4,350,000	18,850,000
総計	83,600,000	25,080,000	108,680,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：地域研究・地域研究

キーワード：東南アジア、感染症、労働移動、腸炎ビブリオ、マラリア、デング熱

1. 研究開始当初の背景

(1) 東南アジアなどの発展途上国では、国境を越えて伝播し、相当数の患者が発生している重要な感染症（腸管感染症やマラリアなど）が古くから知られている。現在でもその現状が改善していないことは、感染症対策が

未だに機能していないことを示唆している。

(2) 東南アジアで越境する感染症の発生と伝播には、微生物学的要因だけでなく多くの地域特異的要因が関係すると考え、それらの要因及びそれらの相互関係を明らかにする

ことが、これらの地域において感染症対策を講じるために重要である。

2. 研究の目的

(1) 腸管感染症（新型腸炎ビブリオ、腸管出血性大腸菌 0157 による感染症及びコレラ）の発生と国境を越えた伝播との関係を明らかにするために、これらの感染症が多発している代表地域あるいは菌の分布地域（タイ・マレーシア）及び関連地域で調査を実施し、時間軸を含めた伝播ルートを明らかにする。

(2) タイ・ミャンマー国境やインドネシア・マレーシア国境でマラリアが、労働者の国境移動などに伴って越境している現状を明らかにする。

(3) 以上の関連地域において、対象とする感染症の発生と伝播に影響を及ぼす重要な自然環境要因、生活環境要因、文化的要因、社会的要因、経済的要因及び政治的要因を調べ、それらの相互関係明らかにをする。

(4) 上記調査対象地域で、感染症の発生と伝播による生活・社会への影響を明らかにする。

(5) 以上から、東南アジアで越境する感染症に関連する地域特異性をまとめ、考察する。

以上をまとめると図 1 のようになる。

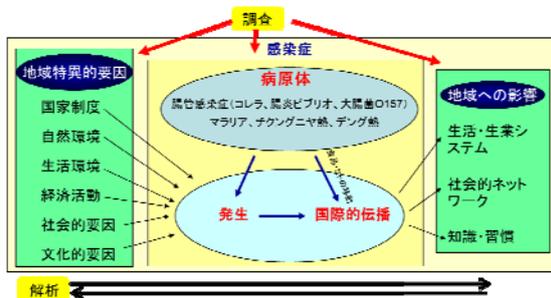


図 1. 東南アジアで越境する感染症の研究の目的と方法

3. 研究の方法

様々なディシプリンをもつ東南アジア地域研究者及び現地の研究協力者が協力して、東南アジアで越境する新型腸管感染症及びマラリアなどの蚊媒介性感染症の発生と伝播に的を絞ってフィールド調査（聞き取り調査、現地資料の収集・解析）及び病原体の分離・解析を実施した。新型腸炎ビブリオや腸管出血性大腸菌 0157 の食品からの分離において、検出感度が結果に大きな影響を与える実験では、免疫磁気ビーズ法などの高感度法を採用した。そこから得られた結果を総合的に比較解析し、それぞれの感染症の発生と伝播に影響を及ぼす重要な要因を特定し、これ

らの要因と生活・社会への影響および地域特異性との関連を考察した（図 1）。

4. 研究成果

東南アジアで越境する新型腸管感染症及びマラリアの研究の過程で、マラリア以外の蚊媒介性感染症（チクングニヤ熱及びデング熱）も、これらの地域で重要性が増してきていると判断したので、これらの感染症も含めて研究を展開した。

(1) 腸管感染症

① 腸炎ビブリオ感染症：世界的大流行をおこしている新型菌の国際的な伝播経路の 1 つは輸出入二枚貝であることを明らかにした。東南アジアで新型菌による感染症が多発しているのは、(1) 二枚貝に菌が濃縮されること（タイで人気のある 3 種の市販二枚貝から本菌を検出）および(2) 二枚貝を十分加熱せずに喫食する習慣が原因であることを明らかにした。

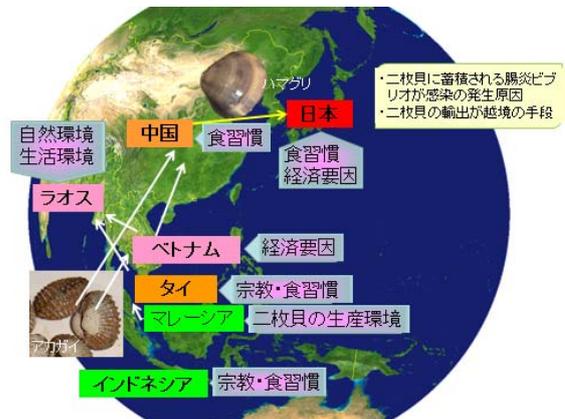


図 2. 新型腸炎ビブリオクロンの発生と伝播に影響する要因

特に、後者は本感染症の伝播地域と非伝播地域が仏教圏とイスラム圏にほぼ合致していたので、その代表国（タイとインドネシア）で同時期に 2 国間における比較調査・解析を実施した。本感染症の発生の有無を下病患者サンプルの微生物学的検査により確認した。貝の喫食の方法は現地で聞き取り調査を実施して明らかにした。仏教圏の寛容な思想の影響と考えられる半生食習慣と食品衛生に厳しいイスラム圏での完全加熱食習慣の違いが確認できた。またイスラム教徒以外の人々の間で、特にハイガイ（赤い血液を持つアカガイの仲間）は強壯作用があると信じられ、人気が高かった。そしてこの貝はこれらの地域で広く貿易の対象商品となっていることが分かった。流通調査と自然環境の調査の結果、この貝の輸出入経路が明らかになった（図 2）。高品質の稚貝はマレーシア産→二枚貝の生育・増殖に適した自然環境があるタ

イとベトナムへ輸出→東南アジア諸国および大消費地を持つ東アジア（中国、台湾、韓国）へ輸出という経路が明らかにされた。中国から日本への菌の移動には、輸出ハマグリが関与していることを証明した（図2）。

以上の貝の輸送経路と新型腸炎ビブリオの血清型変異株の出現・伝播経路がほぼ一致したので、二枚貝が新型腸炎ビブリオの国境を越えた伝播の運び屋となっていることを強く支持している。なお分離菌の分子遺伝学的解析により、新型腸炎ビブリオの血清型変異株は、新型菌（O3:K6型）が環境中の非病原性菌株のO-K抗原部分（O1:KUT、O1:K25など）の遺伝子をダブルクロスオーバー法により置換して出現したことが明らかになった。

②：ベトナムータイ南部ーマレーシア（マレー半島）ーインドネシア（スマトラ島）という枢軸で市販牛肉からの菌の分離・解析を試みた。志賀毒素（=Vero毒素）をコードする *stx*（主として *stx*₂）遺伝子を有する菌を特に高頻度に分離したタイ南部ーマレーシア国境に腸管出血性大腸菌 O157 による感染症について、輸出入牛肉の移動に伴うこの菌の越境の現状を明らかにした。DNAフィンガープリント法で分離菌を比較解析した結果、マレーシアからタイ南部に輸出された牛肉に含まれていた *stx*₂ 型大腸菌 O157 菌株がタイ南部へ広がっている可能性が示唆された。

上記調査地域及び中国での分離菌株の遺伝子レベルでの比較解析から、興味あることが明らかになった。牛肉分離菌株のうち、*stx*₂ 遺伝子を有するが、*q* 遺伝子に欠陥があるため Stx2（蛋白）毒素を産生しない菌株がかなりあった（マレーシアでは 33%、中国では 100%）。このタイプの *stx*₂ 遺伝子は *stx*₁ ファージと *stx*₂ ファージを何度もクロスさせてできあがったモザイク状のファージに含まれていることを明らかにした。このタイプの *stx*₂ ファージの宿主菌株間での移動及び、このファージが溶原化した菌株によって汚染した輸出入牛肉の移動に伴い、少なくともアジア地域に特徴的（毒素遺伝子を保持するが発現しない菌株、*stx*₂⁺、Stx2⁻型）な大腸菌 O157 菌株が広く分布するようになった可能性が考えられる。

発展途上国では、O157 に代表される腸管出血性大腸菌への感染患者が見つからないという報告がある。本研究でも、我々はこの点を確認した。タイ南部のプリンスオブソンクラ大学と共同研究を実施し、高感度な免疫磁気ビーズ法を用いても 493 検体の下痢患者便から大腸菌 O157 がまったく分離されなかった。また我々は過去に健常人の血清中の抗 O157 抗体の抗体価は、日本よりタイのほうがかなり高いことを報告している。おそらく、タイなどの発展途上国では、*stx*₂⁺、Stx2⁻ 型

大腸菌 O157 は環境中に広く分布し、あまり厳しくない食品衛生管理状態のために、人々が天然のワクチンのようなこの型の菌株に頻繁に暴露され、大腸菌 O157 に対する免疫を獲得する可能性が考えられる。また大腸菌以外の菌の中に、O157 抗原のエピトープと交差するエピトープを細胞壁中に保有する菌種が存在するので、これらも同様の役割を果たしている可能性が考えられる（図3）。

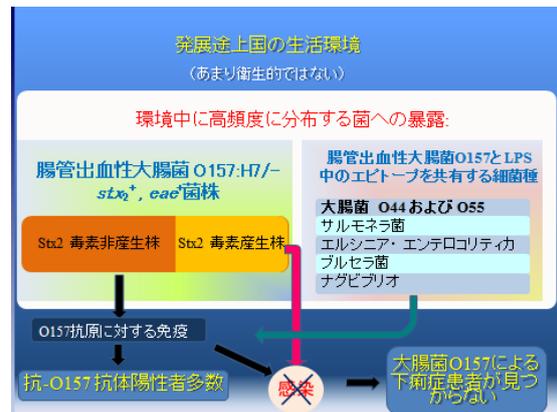


図3. Stx 毒素非産生性大腸菌 O157 および関連菌種に暴露されることによる抗 O157 抗体獲得説

③ コレラ研究からの展開：エビのコレラ菌汚染の研究は、ミャンマー人移民労働者が国境を越えてタイ南部で入国し、漁業従事者として過酷な労働に従事している町ラノン（ラノン県）を拠点に開始された。そこでは越境してくる人々の調査対象が感染症から売春婦なども含む社会問題に発展した。ミャンマー人労働者 57 世帯について詳細な調査を行ったところ、コレラ以上に大きな問題に突き当たった。すなわち彼らの脆弱な法的地位の問題が医療保健上の問題を増幅させており、HIV/AIDS などの越境、感染の拡大が大きな問題になっていることが明らかになった。それは単なる医療の問題をはるかに超え、社会・経済・法的・政治的な構造の中で生み出されているものであることを明らかにした。

(2) マラリア研究

マレーシアのボルネオ島のサラワクで、マラリアがインドネシアからの労働者の国境移動などに伴って越境している現状調査を行い、得られたデータに数理解析モデルを適用した。二国間の経済格差変動とマラリア感染者数比率とで線形関係がみられたので、マラリア感染者数比率予測に関する理論を展開した。

入国してくるミャンマー人のマラリア治療を実施していた。ここでは、これらの越境マラリア患者に関する情報を得て、この近辺のタイ国内でマラリアが流行することと 2 つ

の要因（気象要因と社会的要因）が共存することが密接に関係していることが明らかになった。すなわち、ボウフラが繁殖しやすい雨期と、入国した労働者がプランテーションで働く時期が重なると、マラリアが流行する。最近では、プランテーション労働の時期が、季節性のあるゴム園での作業から季節性のないパームオイルの生産に変化している。マラリアの発生についても、今後この影響を受けるであろうと思われる。

マレーシアのサラワクでの調査において、Balbir Singh 博士から、博士がサラワク州の森林開発に関連した研究において、ヒトに感染する第5のマラリア病原体 (*Plasmodium knowlesi*; 蚊の吸血を介してサルからヒトに感染; 2004年に論文発表) を発見した経緯、病原体の生態、および当時の疫学に関する詳しい情報を得た。その後 Singh 博士と共同でタイ国のミャンマー国境の町ラノン (上記) で研究を実施し、越境してきたミャンマー人のマラリア患者から *P. knowlesi* を検出した。この結果は、経済的要因に端を発するヒトの諸活動が、新型マラリアの発生 (開発) と伝播 (労働移動) に大きく影響することを示している。マラリアは、ヒトの諸活動に影響するため、今後少なくともタイ南部では *P. knowlesi* をマラリア検査の対象にすべきであること、およびこの地域と周辺地域での本マラリア病原体の越境を含む疫学 (サル→ヒト、ヒト→ヒト) に関する詳しい調査が必要であることを強く示唆している。

(3) 新たな展開

①チクングニヤ熱: 新しい蚊媒介性ウイルス性疾患であるチクングニヤ熱がアジアで猛威を振るうようになった。周辺国からのヒトや物の出入りが激しい都市国家シンガポールは、かつて SARS に対する国家レベルの迅速な対応で高い評価を受けた。チクングニヤ熱がこの国に対して越境した場合の対応の成否とその要因について、急遽研究を実施した。2008年にシンガポールでは初めてチクングニヤ熱のアウトブレイクが発生したが、きわめて早期に一旦終息させることができた。これは、環境庁を中心とする国家レベルの迅速な対応によるもので、特に優れた個々の感染症発生に対するモニタリングと徹底した媒介蚊の駆除 (個別訪問による検査と殺虫剤処理) が重要なポイントとなっていた。しかし、その後散発事例が続発した。その理由は、病原体 (チクングニヤウイルス) の遺伝子変異と既知のミャンマー・タイ国境でのマラリアの調査は、タイ北部の町メーソット (ターク県) およびタイ南部の町ラノン (上記) で実施した。いずれの場合も、ミャンマー国内では、病気を治療できる病院が少なく、ミャンマー人は仕事を求めて、あるいはタイ

国内でのマラリアの治療を目的として、川を渡って越境してくることが確認できた。タイ南部の国境の町、ラノンでは、国境の川の近くにマラリアセンターが作られ、媒介蚊の種類以外にヒトスジシマカ (*Aedes albopictus*) も媒介能があることが判明したためであると考えられている。これらの結果は今後の対策に直ちに反映されるであろうが、状況はかなり厳しいと思われる。しかしながら、国家を中心にシンガポールが実施した蚊媒介性感染症の対処法は、都市化を目指して成長している東南アジア諸国の良き手本になる。

② Dengue 熱・ Dengue 出血熱: これらの蚊媒介性ウイルス性疾患 (以下単に Dengue 熱と記載する) は、現在東南アジア各地で猛威を振っている。旅行先で感染し、帰国している日本人旅行者数も増加している。特にバリ島 (インドネシア) で感染する旅行者が多い。そこで、バリ島で Dengue 熱が多発している理由を、一次資料の収集・解析、現地での聞き取り調査、現地住民の活動への参加などを通して明らかにした。その結果、都市化と観光化により人口が集中している3地域が報告数の大多数を占めること、観光エリアにおける媒介蚊防除方法の改善、地域住民と観光客に対して行う教育普及と情報提供のあり方の検討などが必要であることが明らかになった。すなわち、シンガポールが国家レベルで積極的に取り組んでいる例を手本として、活発に感染症発生防止策を実施することが重要であると言える。

日本に Dengue 熱ウイルスを持ち込む海外旅行者が増加している。そこでその旅行者から国内事例が発生して伝播する可能性について検討した。戦後日本で国内事例が発生した記録があるので、その可能性は否定できない。多数の外国人観光客が訪問する京都での可能性を調査した。日本で Dengue 熱を媒介する可能性があるのは、ヒトスジシマカである。最近の京都市の調査記録では、ヒトスジシマカがほとんど捕獲されていなかった。しかし、本研究においてセンチネルトラップを用いて調査したところ、ピーク時には1日で200匹以上の雌のヒトスジシマカが捕獲された。幸い2010年と2011年のヒトスジシマカの捕獲のピーク (9月~10月) は外国人観光客数のピーク (11月) と一致していないが、今後の地球温暖化がピークの一一致をもたらす可能性が考えられるので注意が必要である。

(4) まとめと考察

発生・伝播に影響を与える要因、生活・社会への影響と地域特異性: 腸管感染症の場合、個々の感染症の原因菌の生態が異なるので、感染症の発生と伝播に影響する要因は主として菌の分布する自然環境 (食品) に関連している。腸炎ビブリオについては、東南アジ

ア地域内での地域特異的文化要因（仏教圏の寛容な思想の影響と考えられる半生食習慣と強壯作用への嗜好に関することと、食品衛生に厳しいイスラム圏での完全加熱食習慣）が見いだされた。また、腸管出血性大腸菌 0157 に関しては、東南アジアと日本以外の東アジア地域共通の特徴（あまり良くない衛生状態により自然に免疫が獲得され、患者が発生しにくい状況を作り出している可能性）が考えられた。コレラの研究は、養殖エビなどの魚介類の菌による汚染を想定して計画を立てたが、その現場調査において、コレラ以上に大きな問題に突き当たった。すなわち越境労働者たちの脆弱な法的地位が HIV/AIDS などの越境に繋がるが、それは社会・経済・法的・政治的な構造の中で生み出されているものであると考えられる。興味あることに、腸管感染症の場合、感染症の生活・社会への影響は、東南アジアでは、日本や米国のような先進国ほど真剣に考えられていない。それには、人々の免疫状態と関連した疾病の発症の程度の低さが関与していると考えられる。

マラリアをはじめとする蚊媒介性感染症では、労働移動（社会・経済的要因）がこの感染症の発生と伝播の一因となっていることは、東南アジアで共通している。さらにラノンでは、降雨（気象要因）とプランテーション（社会的要因）のような地域特異的追加的要因が明らかにされた。デング熱はバリ島では、観光に大きな影響を与えているにも関わらず、国家・地方を含めた行政の怠慢が観光業者の非主体的取り組みに反映している。これと対照的なのが、シンガポールにおけるチクングニヤ熱に対する強力な対策の実施である。蚊媒介性感染症では、感染症の生活・社会への影響は東南アジアでは共通しており、比較的重要であるので、政府の積極的な取り組みがその程度を決定する要因となると結論づけられる。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 78 件）

- ① Sermwittayawong N., B. Singh, M. Nishibuchi, N. Sawangjaroen and V. Uddhakul. Human *Plasmodium knowlesi* infection in Ranong province, southwestern border of Thailand. *Malaria Journal*. 査読有. 11. 2012. 36 (<http://www.malariajournal.com/content/11/1/36>), DOI:10.1186/1475-2875-11-36
- ② Sukhumungoon, P., Y. Nakaguchi, N. Ingviya, J. Pradutkanchana, Y. Iwade, K. Seto, S. Radu, M. Nishibuchi, and V.

Uddhakul. Investigation of *stx2+ eae+ Escherichia coli* 0157:H7 in beef imported from Malaysia to Thailand. *Int. Food Res. J.* 査読有. 18. 2011. 381-386., DOI:なし

- ③ Yamazaki, W., Y. Kumeda, N. Misawa, Y. Nakaguchi, and M. Nishibuchi. Development of a loop-mediated isothermal amplification assay for sensitive and rapid detection of the *tdh* and *trh* genes in *Vibrio parahaemolyticus* and related *Vibrio* species. *Appl. Envir. Microbiol.* 査読有. 76(3). 2010. 820-828., DOI: 10.1128/AEM.02284-09.
- ④ Yoshikawa, J. M., C. S. Tang, M. Nishibuchi. Incidence of Chikungunya fever in Singapore: implications of transnational movements of people. *Trop. Med. Health.* 査読有. 38(1). 2010. 39-45., DOI: 10.2149/tmh.2009-18.
- ⑤ Koitaishi, T., S. Cui, K. Muhammad, and M. Nishibuchi. 2008. Isolation and characterization of the Shiga toxin gene (*stx*)-bearing *Escherichia coli* 0157 and non-0157 from retail meats in Shandong Province, China and characterization of the 0157-derived *stx₂* phages. *J. Food Prot.* 査読有. 71(4):706-713., DOI:なし.

〔学会発表〕（計 92 件）

- ① 吉川みな子、イダスリイスワリ、西瀨光昭. A field study on the control of dengue virus infection in Bali Province, Indonesia: public health measures taken by local health departments. 第 52 回日本熱帯医学会大会・第 26 回日本国際保健医療学会学術大会合同大会. 2011 年 11 月 6 日. 東京大学（東京都）
- ② Okamoto Masaaki. Forest or Not? Contentious Discourse on Expansive Oil Palm Plantation in Southeast Asia. Harvard Yenching Seminar and HKS Indonesia Program Brown Bag Seminar. 2012 年 3 月 30 日. Harvard Kennedy School（米国・ボストン）
- ③ 中口義次、Abdul Aziz Djmal、Harry Fajri Zisoni、清水理香、勢戸和子、西瀨光昭. インドネシア西部における腸炎ビブリオ感染症の発生と要因に関する地域間比較. 第 45 回腸炎ビブリオシンポジウム. 2011 年 10 月 20-21 日. 東京都新宿区（国立感染症研究所）
- ④ 速水洋子. 国境をはさんでみたカレン社会とその変容. 南山大学人類学博物館タ

イ北部山地民プロジェクト・シンポジウム
『タイ北部山地民の過去・現在・未来』。平
成 22 年 10 月 17 日。南山大学（愛知県名
古屋市）

〔図書〕（計 5 件）

- ① Noboru Ishikawa(ed.). Kyoto University Press. Flows and Movements in Southeast Asia: New Approaches to Transnationalism (New Edition), Kyoto. 2012. 300pp
- ② 速水洋子、めこん。『ミャンマー概説』
[伊東利勝編]の 1 つの章「カレンの宗教・
信仰」を分担執筆（287-305 頁）。2011。
731 頁
- ③ 河野泰之（編）。東京：弘文堂。論集モン
スーンアジアの生態史 第 1 巻 生業の生
態史。2008。227 頁。

〔産業財産権〕

○出願状況（計 2 件[国内 1 件、国外 1 件]）
名称：食品用殺菌剤
発明者：川上大雄，西泷光昭，小谷博秀，山
下泰治
権利者：株式会社かわかみ，国立大学法人京
都大学
種類：特許
番号：特願 2009-152437
出願年月日：2009 年 6 月 26 日
国内外の別：国内

○取得状況（計 1 件）
名称：食品用殺菌剤
発明者：川上大雄，西泷光昭，小谷博秀，山
下泰治
権利者：株式会社かわかみ，国立大学法人京
都大学
種類：特許
番号：第 4681693 号
取得年月日：平成 23 年 2 月 10 日
国内外の別：国内

〔その他〕

ホームページ
http://www.cseas.kyoto-u.ac.jp/projects/kakenhi/nishibuchi-kaken_ja.html

公開セミナー
京都大学附置研究所・研究センター公開セミ
ナー：西泷光昭「アジアで越境する感染症 -
私たちの身近に忍び寄る敵」（第 24 回品川セ
ミナー、2012 年 5 月 11 日、京都大学東京オ
フィス、
http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/news_data/h/h1/news4/2012/120511_1.htm）。関連する新
聞記事：「京都大学品川セミナー：越境する
感染症」（読売新聞 2012 年 5 月 28 日朝刊）

受賞

第 8 回日本熱帯医学会賞（西泷光昭が「永年
にわたり熱帯・亜熱帯地域における細菌性腸
管感染症の病原体生態学に関する研究に従
事し優れた業績を残した」ことに対して。
2011 年 11 月 5 日に東大安田講堂で受賞記念
講演）

研究論文への反響

西泷光昭：Sermwittayawong et al. が
Malaria Journal 誌 11:36 (2012)に発表した
新型マラリアのミャンマー/タイ国境での発
見に関する論文
(<http://www.malariajournal.com/content/11/1/36>)が BioMedCentral によって“Highly
accessed articles”に認定された

6. 研究組織

(1) 研究代表者

西泷 光昭 (NISHIBUTI MITSUAKI)
京都大学・東南アジア研究所・教授
研究者番号：50189304

(2) 研究分担者

河野 泰之 (KONO YASUYUKI)
京都大学・東南アジア研究所・教授
研究者番号：80183804
速水 洋子 (HAYAMI YOKO)
京都大学・東南アジア研究所・教授
研究者番号：60283660
藤田 幸一 (FUJITA KOICHI)
京都大学・東南アジア研究所・教授
研究者番号：80272441
石川 登 (ISHIKAWA NOBORU)
京都大学・東南アジア研究所・准教授
研究者番号：50273503
岡本 正明 (OKAMOTO MASAOKI)
京都大学・東南アジア研究所・准教授
研究者番号：90372549
中口 義次 (NAKAGUCHI YOSHITSUGU)
京都大学・東南アジア研究所・助教
研究者番号：70378967

(3) 連携研究者

颯田 葉子 (SATTA YOKO)
総合研究大学院大学先端科学研究科・教授
研究者番号：20222010