

令和 2 年 6 月 6 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2016～2019

課題番号：16H04436

研究課題名（和文）主要な病原性細菌の一斉同時定量とスラムの特殊性を考慮した下痢症リスク解析

研究課題名（英文）Simultaneous quantification of major pathogenic bacteria and diarrhea risk analysis in slum contexts

研究代表者

原田 英典（Harada, Hidenori）

京都大学・地球環境学堂・助教

研究者番号：40512835

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 14,000,000円

研究成果の概要（和文）：スラムでは衛生の不備などから生活環境が糞便に汚染され、糞便由来の下痢症リスクは大きい。本研究では、スラムの子供に注目し、糞便曝露量・下痢症リスクの推計の実現を目指した。曝露の特殊性を考慮するため、物体-手-口の接触による曝露推計モデルを構築するとともに、バングラデシュの都市スラムの子供の曝露行動特性を明らかにした。主要な病原性細菌の同時定量および媒体間比較を行い、媒体ごとの細菌中の病原性比率の違いを明らかにした。上記のスラムの特殊性を考慮した確率論的曝露解析と、病原性細菌測定結果に基づく下痢症リスク解析フレームを構築することで、スラムの生活実態に即した現実的な感染リスク推計の実現に貢献した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

世界で10億人が居住するスラムの多くでは衛生環境が整わず、糞便への曝露が大きく、特に健康被害を受けやすい子供は下痢などにかかるリスクが高いと考えられる。本研究では、糞便への曝露の特性を明らかにするため、手を介した糞便の曝露プロセスをモデル化し、そのプロセスの詳細な理解を可能にするるとともに、バングラデシュのスラムにおいて、子供の曝露行動データを取得した。スラムの環境中の病原性細菌を測定し、媒体ごとに病原性の特性が異なることを明らかにした。これらより、スラムの子供の下痢リスクの詳細理解を可能とし、スラムの実態に即した現実的な子供の感染リスク推計の実現し、さらにはスラム問題の解決に貢献した。

研究成果の概要（英文）：Risk of feces-related diarrhea is high in slums where sanitation facilities are not equipped well and surrounding environment is contaminated by feces. This study aimed to estimate fecal exposure and diarrhea risk with focus on the uniqueness of children in a slum. The study developed an exposure assessment model based on object-hand-mouth contact and investigated exposure behavior characteristics of children in a slum of Bangladesh. Pathogenic ratios among target bacteria in each type of media was investigated by simultaneously detecting major pathogenic bacteria and comparing media types. The study applied an analytical framework of fecal-related diarrhea infection risk with consideration on the uniqueness of the behavior of children in a slum and the pathogenicity of bacteria. The framework will contribute to estimate the realistic diarrhea risk in the living environment of slums.

研究分野：環境工学

キーワード：スラム 衛生 病原性細菌 曝露解析 下痢症

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

スラム問題は世界的な課題であり、世界で約 10 億人がスラムに居住する。多くのスラムでは、衛生対策の不備などから生活環境が広範に糞便に汚染され、糞便由来の病原性微生物による下痢症リスクは大きい(例えばコレラ、腸チフス、赤痢、病原性大腸菌など)。清浄な飲料水の確保は言うまでもなく重要であるが、特に健康被害を受けやすい子供に関しては、指なめを通じた微生物の曝露など、飲料水の摂取以外の曝露経路も大きなリスク源になっているため(引用文献①)、複合的な対策が必要となる。

こうした非衛生的で多様な曝露環境下における下痢症対策を効果的に進めるため、多数の感染媒体・曝露経路を対象とした微生物の曝露解析研究が行われつつある(SaniPath)。スラムをはじめ、非衛生環境下での網羅的な微生物曝露量、およびそれに基づく下痢症リスク解析は、水・衛生改善セクターの介入方法の改善に寄与するとともに、同解析に基づく介入効果の定量化は、ドナーなどによる投資効果(費用対効果)の評価を目指す動きとも密接に関係し、学術的・社会的な関心が高まりつつある。

スラムを含め、下痢症リスク解析の大きな課題として、多種にわたる病原性微生物を同時に定量し、それに基づく下痢症リスクの解析が実現できていないことがある。正確なリスク解析のためには、理想的には菌種の同定にとどまらず、ある污染媒体に含まれるあらゆる菌株の各種病原型を個別に同定する必要がある。スラムにおける下痢症リスク解析のもう一つの課題は、スラムの生活行動、特に子供の行動の特殊性である。スラムの子供の衛生観念・日常行動は先進国のそれとは異なる可能性が高く、先進国の子供をベースとした曝露原単位のスラムでの利用は、解析結果の不確実性の増大につながる。これら曝露原単位の精査は重要と言え、スラムにおける微生物曝露量推計、ひいては下痢症リスク推計の不確実性低減に大きく寄与できる。

2. 研究の目的

本研究では、特にスラムの子供の糞便曝露量および下痢症リスクのより正確な推計の実現を目指した。主要な病原性細菌を定量し、スラムの特殊性を考慮した子供の下痢症リスク解析フレームを構築した。

- (1) 物体-手-口の接触による曝露推計モデルの構築
- (2) スラムの子供の曝露行動の検討
- (3) スラム内の污染媒体を対象とする主要な病原性細菌の同時定量および媒体間比較
- (4) 確率論的曝露量解析モデルに基づく曝露特性と主要な病原性細菌由来下痢症リスク

3. 研究の方法

(1) 物体-指-口の接触による曝露推計モデル

ベトナム農村部における非衛生的なし尿に接触する農業者を被験者として、物体-指-口の接触による曝露推計モデルを構築した。25 人のボランティア農家を対象に、本人の書面同意のもと、額部にアクションカメラを据え付け、農作業時に口元から手元までの一人称動画を撮影した。データは Microlevel Activity Time Series (MLAT) データに変換し、下記に基づき手指上の大腸菌濃度を推計した。

$$C_{Hf} = C_{Hi} + T \cdot S_{OH} (C_0 - C_{Hi}) \quad (1)$$

ここで、 C_{Hf} は手指上の最終大腸菌濃度(CFU/cm²)、 C_{Hi} は手指上の初期大腸菌濃度(CFU/cm²)、 T は移動係数(unitless or g/cm²)、 S_{OH} は物体に手指が触れる際の面積 (cm²)、 C_0 は物体上の大腸菌濃度とした。

さらに、下記に基づき曝露される大腸菌数を推計した。

$$Dose = T_{HM} \cdot S_{HM} \cdot C_{Hf} \quad (2)$$

ここで、 $Dose$ は曝露大腸菌量 (cfu)、 T_{HM} は手と口の間の接触時の大腸菌の移動割合(unitless)、 S_{HM} は口に触れる手の面積とした。19 種類の媒体の濃度を現地調査にて取得し、MLAT データに基づく頻度データおよび式(1)および(2)を用いることで、物体-指-口の接触による曝露推計モデルを構築した。濃度や移動係数を確率密度関数で表すことで、モンテカルロシミュレーションを行い、確率論的な推計を行った。なお、シミュレーションの試行回数は 100 回とした。詳細は、研究成果の Julian et al., 2018 を参照のこと。

(2) 主要な病原性細菌の定量および媒体間比較

バングラデシュ・クルナ市のスラムにおいて、飲料水およびトイレ排水より大腸菌を単離した。病原性大腸菌の一斉同時測定系を活用し、マルチプレックス PCR および次世代シーケンサーを用いた 14 の標的遺伝子の測定に基づき、8 タイプに分類した病原性大腸菌の一斉同時測定を行った。合わせて、汎用マーカーを用いることで水試料濾過フィルターを対象に *Salmonella enterica*、口タウウイルスの測定を行った。詳細は、研究成果の Harada et al., 2018 を参照のこと。

(3) スラムの子ども曝露行動調査

バングラデシュ・クルナ市のスラムにて、15 人に対して上記の(1)同様の一人称動画あるいは三人称動画を撮影した。それぞれ、曝露行動を最小で 2 分、最大で 17 分の撮影を行い、MLAT データに基づく頻度データに変換した。

(4) 確率的曝露量解析モデルに基づくリスク解析手法

曝露量・リスク解析では、事前に潜在的に主となりうる曝露経路をスクリーニングした上で、飲水、飲食、屋外遊び、池での水浴びおよび井戸での水浴びの5つの経路を対象とした。これに、各媒体中の対象微生物濃度を表す確率密度関数、曝露原単位を表す確率密度関数、さらに、曝露強度を表す確率密度関数をモンテカルロシミュレーションで掛け合わせるにより、各経路ごとの対象微生物の曝露量を推計した。これを、既往研究で得られている病原性微生物タイプごとの容量反応関係を用いることで、年間感染リスクに換算した。なお、対象微生物濃度は本研究の調査で取得した大腸菌濃度をベースとし、これを媒体ごとに大腸菌と病原性微生物との濃度比を用いることで、病原性微生物濃度として利用した。容量反応関係を得られない病原性タイプについては、病原性発現機構に近い病原性タイプの容量反応関係を代替利用した。

4. 研究成果

(1) 物体-手-口間の細菌の移動のシミュレーション

ベトナムのし尿利用農家 25人を例に、物体-手-口間の移動をシミュレーションした。し尿の利用時に物体に様々な触れることで、物体上(中)の大腸菌が手に移動することによる左手および右手の大腸菌濃度の時間経過を推計したところ、大腸菌濃度は 10^{-4} から 10^{10} CFU/cm² 手で推移していたと推計された。例として、ID112の結果では、左手および右手の濃度は $10^{-2.5}$ から 10^5 CFU/cm² の範囲で推移していた(図1)。手の大腸菌の汚染は極めて動的であり、時間に伴い大きな変動が見られるとともに、個人間でも大きな変動が見られることがわかった。

さらに、上述のように推計された各農家の手上的大腸菌濃度と、それぞれの曝露量の推計結果を図2に示す。いずれの農家も、手は大腸菌で汚染されており、被験者間の中央値で百倍近い差があるとともに、個々人においても分布は一定程度広がった。左右の手に大きな差異は見られなかった。一方、マスクを装着している被験者を含め、4名の被験者に手-口接触が見られ、その結果、4名の被験者で曝露が発生した。曝露の量は最大で 10^5 CFU を上回った。なお、手-口接触頻度は、USEPA の曝露係数(引用文献)として広く使われるもの比べて有意に低く、し尿利

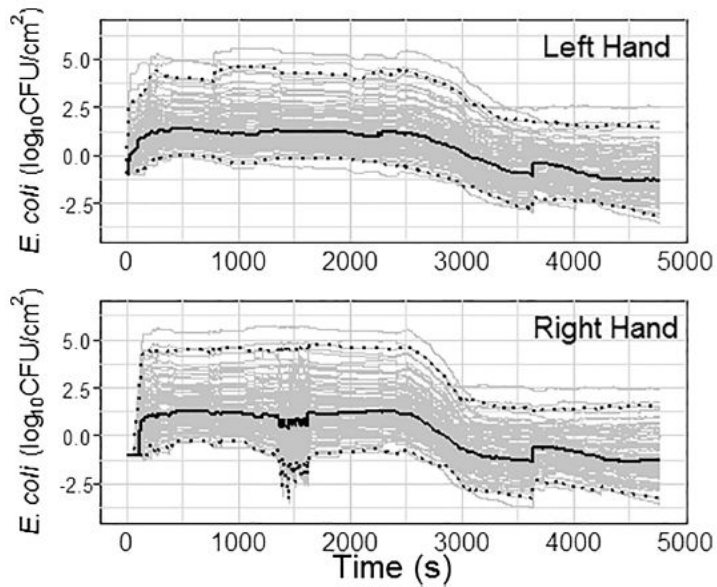


図1 ベトナムのし尿利用農家の手上的大腸菌濃度の時間推移。黒の実線は中央値、黒の点線は95%範囲を示す。灰色の実線は100回のシミュレーション試行のそれぞれを示す。(出典: Julian, ... Harada, 2018)

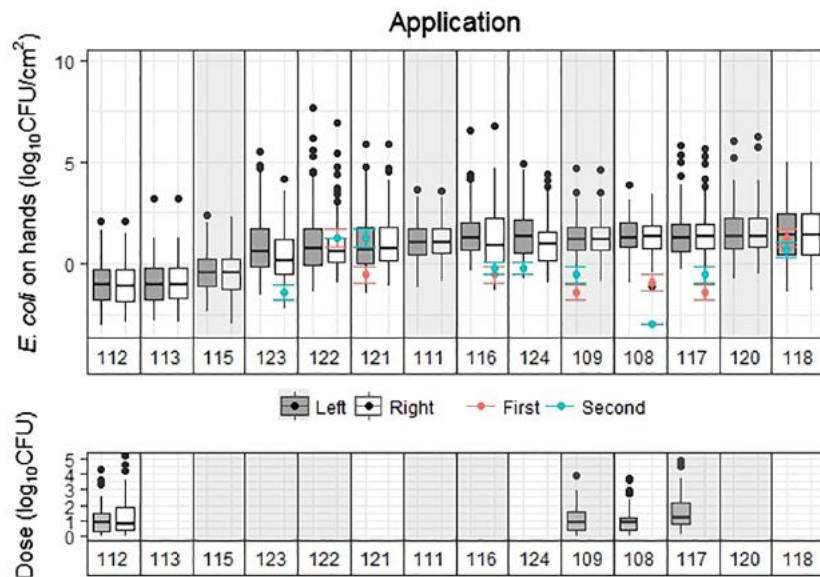


図2 ベトナムのし尿利用農家の手上的大腸菌の最終濃度と曝露量 (n=14)。箱ひげ図は中央値と4分位点を表し、ひげは中央値から4分位区間の1.5倍の範囲を示す。外れ値は4分位区間の1.5倍の範囲の外の値。大腸菌濃度は一部が実測され、赤線が動画撮影前、青線が動画撮影後を示す。実測のエラーバーは標準偏差。灰色背景は、上段は手袋の使用、下段はマスクの使用を示す。それぞれの図下部の数字は参加者のID。(出典: Julian, ... Harada, 2018)

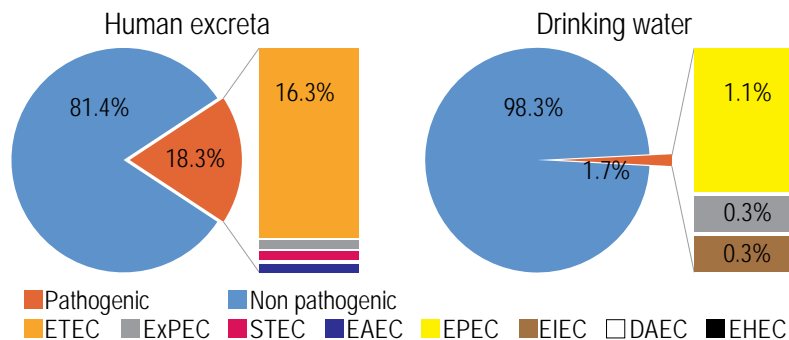


図3 バングラデシュ・クルナ市スラムのトイレ排水および過程貯留飲料水の単離大腸菌における(それぞれ264株および357株)病原性タイプごとの割合。ETEC~EHECは大腸菌の病原性タイプを示す。

用農家は防御的な振る舞いを行っている可能性が示唆された。一方で、マスクをしても2名の被験者が大腸菌に曝露されており、防御的で頻度は少ないものの、稀な接触において大きな曝露が発生するという特徴が示された。

(2) 主要な病原性細菌の定量および媒体間比較

バングラデシュ・クルナ市のスラムコミュニティにおいて、コミュニティトイレのトイレ排水および家庭貯留水から単離した大腸菌単離下部の内、病原性タイプごとの割合を求めた(図3)。まず、対象地では、トイレ排水(Human excreta)から18.3%の病原性大腸菌が検出され、地域住民が高い割合で病原性大腸菌を保菌している可能性が示唆された。一方、飲料水の病原性割合は1.7%であり、トイレ排水と比べて大幅に割合が低

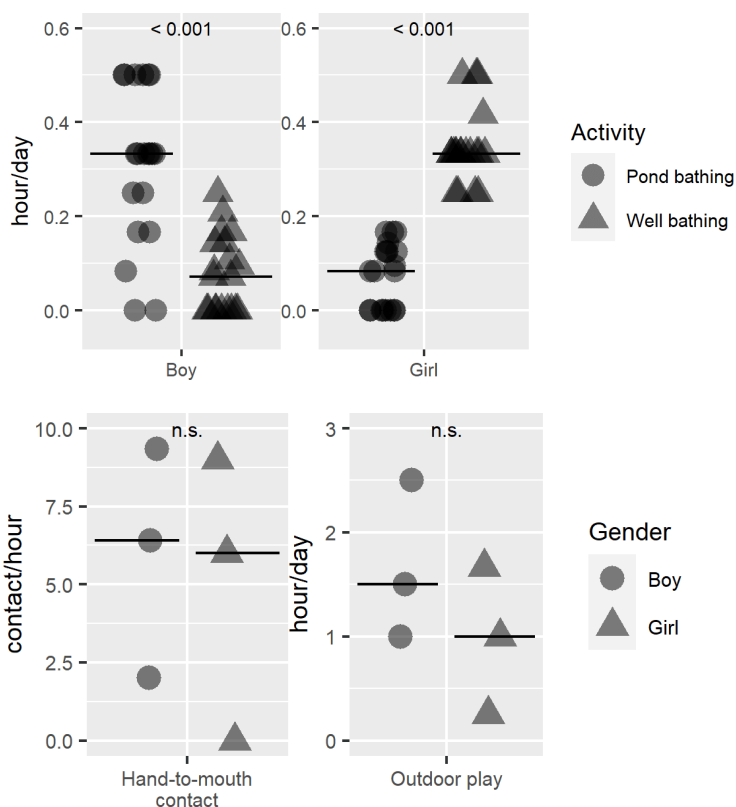


図4 バングラデシュ・クルナ市スラムの子供の池での水浴び時間、井戸での水浴び時間、1時間あたりの手-指接触の頻度および屋外遊び時間。直線は中央値を示す。

かった。さらに、トイレ排水ではETEC(腸管毒素原生大腸菌)が主であったのに対し、飲料水ではETECが見られずにEPEC(腸管病原性大腸菌)が主であった。両者に明確な病原性大腸菌タイプの違いがあったことから、飲料水の汚染源は対象としたコミュニティトイレではないことが示唆された。また、環境媒体ごとに大腸菌における病原性割合に大きな差異があることが示唆され、正確なリスク計算に向けては、この差を考慮することの重要性が示唆された。

(3) スラムの子ども曝露行動

男児・女児別の池での水浴び時間、井戸での水浴び時間、1時間あたりの手-指接触の頻度および屋外遊び時間を図4に示す。当該スラムでは、男児は主に池で水浴びし、女児は主に井戸で水浴びをする特徴が定量的に示された。手-口接触頻度および屋外遊びの時間については、差異は見られなかった。スラムの子供の曝露行動に関するデータはあまり見られず、これら結果は次節におけるスラムの特殊性を配慮した曝露量およびリスク推計の基盤的な情報として利用される。

(4) スラムの子供の特殊性に配慮した曝露特性と下痢症リスク

バングラデシュ・クルナ市のスラムで実測した大腸菌濃度、および行動データから、男女別お

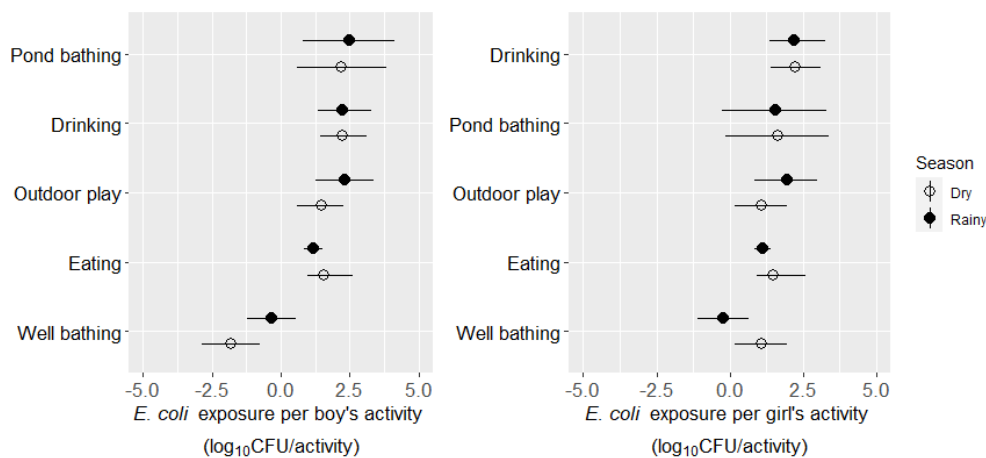


図5 バングラデシュ・クルナ市スラムにおける5経路を対象とした子供の大腸菌曝露の男女別・季節別の推計結果。点は中央値、直線は10%-90%範囲を示す。

よび季節別の子供の大腸菌曝露量を5経路について推計した結果を図5に示す。男児の推計結果では、中央値ベースで池での水浴び(雨季・乾季)、飲水(雨季・乾季)および屋外遊び(雨季)がほぼ同じ曝露量で最も主要な暴露となった一方、女児の推計結果では、前述の曝露経路の中で池での水浴びの曝露は比較的少なかった。これは、女児の池でも水浴びの頻度が男児と比べて引くことに依存し、これに呼応して、女児において男児より頻度が高い井戸での水浴びにおいて、女児は男児より曝露量が相対的に多くなっているものの、井戸水がいけ水と比べて大腸菌濃度が優位に低いことから、これは女児においても主要な曝露経路とはならなかった。なお、右記において屋外遊びの曝露量が乾季より多かった背景として、雨季の屋外土壌中の大腸菌濃度が乾季より有意に高く、一方、雨季においても乾季と屋外遊びの時間が有意に変わらなかったことが挙げられる。以上の各経路の曝露量を積み上げた結果として、雨季の5経路合計の曝露量は男児および女児についてそれぞれ中央値ベースで677 CFU/day(10%-90%: 53-17404)および307 CFU/day(37-5018)、乾季でそれぞれ403 CFU/day(43-8692)および281 CFU/day(38-4388)と推計された。

この結果に、各媒体に対する病原性細菌(大腸菌およびサルモネラ菌)の大腸菌に対する比率データを合わせることで、曝露量を病原性細菌による感染リスクに換算した。その結果、年間感染確率は男児および女児についてそれぞれ中央値で0.35%(0.02-9.93)および0.11%(0.01-2.18)となり、中央値で男児の方が下痢のリスクが約3倍高くなることが推計された。なお、単純にすべての大腸菌を病原性株とした場合の推計値は男児および女児についてそれぞれ中央値で2.43%(0.19-46.9)および1.11%(0.13-16.72)となり、病原性株を考慮した感染確率より概ね10倍程度、高くなる。

以上、スラムの子供の行動様式を考慮し、病原性株であるかどうかを峻別する下痢症リスク解析フレームを構築した。これを通じて、スラムの生活実態に即した現実的な感染リスク推計の実現に貢献することができた。

<引用文献>

- ① Julian, T. R. (2016) 'Environmental transmission of diarrheal pathogens in low and middle income countries', Environ. Sci.: Processes Impacts. Royal Society of Chemistry, 18(8), pp. 944-955.
- ② US EPA (2011) Exposure Factors Handbook: 2011 Edition, US EPA. Washington DC: National Center for Environmental Assessment. doi: EPA/600/R-090/052F.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 7件 / うち国際共著 14件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Mai Tanaka, Hidenori Harada, Shigeo Fujii, Min Li Chua, Nguyen Duy, Hung, Nguyen Pham Hong Lien, Nghiem Trung Dung, Ryota Gomi	4. 巻 56(2C)
2. 論文標題 Fecal contamination and the proportion of human-associated E.coli along Nhue river, Viet Nam	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Vietnam Journal of Science and Technology	6. 最初と最後の頁 23-29
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 Timothy R. Julian, Hasitha S.K. Vithanage, Min Li Chua, Matasaka Kuroda, Ana K. Pitol, Pham Hong Lien Nguyen, Robert A. Canales, Shigeo Fujii, Hidenori Harada	4. 巻 635
2. 論文標題 High time-resolution simulation of E. coli on hands reveals large variation in microbial exposures amongst Vietnamese farmers using human excreta for agriculture	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Science of The Total Environment	6. 最初と最後の頁 120-131
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.scitotenv.2018.04.100	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 Hidenori Harada, Yuji Fujimori, Ryota Gomi, Md. Nazmul Ahsan, Shigeo Fujii, Akira Sakai, Tomonari Matsuda	4. 巻 66(6)
2. 論文標題 Pathotyping of Escherichia coli isolated from community toilet wastewater and stored drinking water in a slum in Bangladesh	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Letters in Applied Microbiology	6. 最初と最後の頁 542-548
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/lam.12878	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 Julian, T. R., Vithanage, H. S. K., Pitol, A. K., Ronteltap, M., & Harada, H.	4. 巻 19
2. 論文標題 Videography to Understand Risks to Farmers Using Human Excreta	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Sandec News	6. 最初と最後の頁 28-28
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 無
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 Min Li Chua, Hidenori Harada, Shigeo Fujii, Md. Nazmul Ahsan, Akira Sakai, Michiya Kodera, Shotaro Goto, Shohagi Rani Saha	4. 巻 27
2. 論文標題 Multi-pathway fecal exposure assessment on total and humanspecific E. coli in a Bangladeshi slum	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the 27th Joint KAIST-KU-NTU-NUS Symposium on Environmental Engineering	6. 最初と最後の頁 110-117
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 無
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 M. Tanaka, H. Harada, S. Fujii, M. Chua, H. Nguyen, L. Nguyen, D. Nghiem, R. Gomi	4. 巻 27
2. 論文標題 Source identification of Escherichia coli by using a Human-associated genetic marker: A case study in Nhue River, Vietnam	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the 27th Joint KAIST-KU-NTU-NUS Symposium on Environmental Engineering	6. 最初と最後の頁 118-124
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 無
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 Min Li Chua, Hidenori Harada, Shigeo Fujii, Md. Nazmul Ahsan, Akira Sakai, Michiya Kodera, Shotaro Goto, Shohagi Rani Saha	4. 巻 26
2. 論文標題 Fecal exposure assessment on daily living activities among a Bangladeshi urban slum community	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proc. of Joint KAIST-KU-NTU-NUS Symposium on Environmental Engineering	6. 最初と最後の頁 (7p)
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 無
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 Doris MCHWAMPAKA, Hidenori HARADA, Shigeo FUJII, Satoyo ONO, Katsuhiko OKADA	4. 巻 31(3)
2. 論文標題 Health and Agricultural Concern and Ecological Sanitation Acceptance in a Kenyan Rural Village	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 環境衛生工学研究	6. 最初と最後の頁 42-45
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 無
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 -

1. 著者名 Min Li CHUA, Hidenori HARADA, Shigeo FUJII, Michiya KODERA, Shotaro GOTO, Md. Nazmul AHSAN, Shohagi Rani SAHA, Akira SAKAI	4. 巻 31(3)
2. 論文標題 Comparison in Fecal Exposure Assessment of Three Transmission Pathways in a Bangladeshi Urban Slum Community	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 環境衛生工学研究	6. 最初と最後の頁 145-148
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 無
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 酒井彰, 菊池美智子, Qazi Azaduzzaman	4. 巻 28
2. 論文標題 都市スラム住民の下痢症リスクに関わる生活行動を規定する要因に関する考察 - バングラデシュ・クルナ市の都市スラムにおける事例分析 -	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 国際開発学会全国大会論文集	6. 最初と最後の頁 (4p)
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 無
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 酒井彰, Qazi Azaduzzaman	4. 巻 14
2. 論文標題 都市スラムにおける下痢症リスク低減に向けた啓発活動と住民の意識・行動変化 変化の継続性とスラム間の相違	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 第14回下水文化研究発表会講演集	6. 最初と最後の頁 42-48
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 無
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 Hidenori Harada, Yuji Fujimori, Ryota Gomi, Md. Nazmul Ahsan, Shigeo Fujii, Akira Sakai, Tomonari Matsuda	4. 巻 -
2. 論文標題 Pathotyping of Escherichia coli isolated from community toilet wastewater and stored drinking water in a slum in Bangladesh	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Letters in Applied Microbiology	6. 最初と最後の頁 1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/lam.12878	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 Julian Timothy R., Vithanage Hasitha S.K., Chua Min Li, Kuroda Matasaka, Pitol Ana K., Nguyen Pham Hong Lien, Canales Robert A., Fujii Shigeo, Harada Hidenori	4. 巻 635
2. 論文標題 High time-resolution simulation of E. coli on hands reveals large variation in microbial exposures amongst Vietnamese farmers using human excreta for agriculture	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Science of The Total Environment	6. 最初と最後の頁 120-131
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.scitotenv.2018.04.100	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 Hidenori Harada, Shigeo Fujii, Masataka Kuroda, Ryo Sakaguchi, Ngyuen Pham Hong Lien, Huynh Trung Hai	4. 巻 -
2. 論文標題 Probabilistic microbial exposure analysis in an excreta-using community of rural Hanoi	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Proceedings of International Conference Environmental Engineering and management for Sustainable Development	6. 最初と最後の頁 111,116
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 Do Khac Uan, Hidenori Harada, Tran Nho Hoang, Nguy Thi Nguyen Hong	4. 巻 -
2. 論文標題 Application of sludge disintegration to enhance sludgde management for wastewater treatment plants in Vietnam	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Proceedings of International Conference Environmental Engineering and management for Sustainable Development	6. 最初と最後の頁 23-27
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 酒井彰, T. Ahmed, 坂本麻衣子	4. 巻 29
2. 論文標題 バングラデシュ農村域における衛生的トイレの普及効果に関する考察	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 流通科学大学論集 - 人間・社会・自然編 -	6. 最初と最後の頁 35-42
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 無
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 -

〔学会発表〕 計12件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 9件）

1. 発表者名 Harada, H., Tanaka, M., Fujii, S., Chua, M.L., Nguyen, D.H., Nguyen, P.H.L., Nghiem T.D., Gomi, R.
2. 発表標題 Proportions of human-associated Escherichia coli isolates along a heavily contaminated river in Vietnam
3. 学会等名 Water Microbiology 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H. Harada, S. Fujii, M. Kuroda, P.H.L. Nguyen, T.H. Huynh, D.P. Pham
2. 発表標題 Bacteria and Parasite Eggs Exposure: a Case Study in a Vietnamese Community with Excreta Use for Agriculture
3. 学会等名 IWA World Water Congress & Exhibition 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Min Li Chua, Hidenori Harada, Shigeo Fujii, Md. Nazmul Ahsan, Akira Sakai, Michiya Kodera, Shotaro Goto, Shohagi Rani Saha
2. 発表標題 Comparison of fecal exposure assessment in living environment between boy, girl and male adult in a slum in Khulna city, Bangladesh
3. 学会等名 IWA World Water Congress & Exhibition 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tim Julian, Hasitha, S.K. Vithanage, Min Li Chua, Masataka Kuroda, Ana K. Pitol, Pham Hong Lien Nugyen, Robert Canales, Shigeo Fujii, Hidenori Harad
2. 発表標題 High time-resolution simulation of E. coli on Vietnamese farmers' hands based on videography and environmental microbial sampling
3. 学会等名 Swiss Society for Microbiology Annual Congress 2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 原田英典
2. 発表標題 暮らしに伴う多様な糞便との関わりから考えるサニテーションの役割
3. 学会等名 第6 回北大・地球研合同セミナー「グローバルとローカルの視座から地域の人々の生活と健康を考える（招待講演）」
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Min Li Chua, Hidenori Harada, Shigeo Fujii, Md. Nazmul Ahsan, Akira Sakai, Michiya Kodera, Shotaro Goto, Shohagi Rani Saha
2. 発表標題 Comparing fecal exposure pathways in living environment of a slum in Khulna city, Bangladesh
3. 学会等名 7th IWA-ASPIRE Conference 2017 & Water Malaysia Exhibition 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Mai Tanaka, Hidenori Harada, Shigeo Fujii, Chua Min Li, Nghiem Trung Dung, Nguyen Pham Hong Lien, Ryota Gomi
2. 発表標題 Survey of Fecal contamination in Nhue River, Vietnam by using Host-specific genetic markers
3. 学会等名 HUST & KU International Symposium on the Education & Research of the Global Environmental Studies in Asia (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Min Li CHUA, Hidenori Harada, Shigeo FUJII, Md. Nazmul Ahsan, Akira Sakai, Michiya Kodera, Shotaro Goto, Shohagi Rani Saha
2. 発表標題 Fecal exposure assessment in a Bangladeshi slum
3. 学会等名 HUST & KU International Symposium on the Education & Research of the Global Environmental Studies in Asia (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Mai Tanaka, Hidenori Harada, Shigeo Fujii, Chua Min Li, Nguyen Duy Hung, Nguyen Pham Hong Lien, Nghiem Trung Dung, Ryota Gomi
2. 発表標題 Fecal Source Tracking in Nhue River, Vietnam by Using Human-associated genetic marker for Escherichia coli
3. 学会等名 IWA-YWP Water-Wise Innovation Challenge! -Mission for Phnom Penh Cambodia- (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hidenori Harada, Yuji Fujimori, Ryota Gomi, Md. Nazuml Ahsan, Shigeo Fujii, Akira Sakai, Tomonari Matsuda
2. 発表標題 Pathotyping of Escherichia coli isolated from community toilet excreta and stored drinking water in a slum in Bangladesh
3. 学会等名 International Symposium on Global Environmental Studies Education and Research in Asia (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 A. Sakai, H. Harada
2. 発表標題 FSM Cooperated with Sewerage in Japan
3. 学会等名 4th International Faecal Sludge Management Conference (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 酒井彰・後藤正太郎・原田英典他
2. 発表標題 Bangladesh都市スラムにおける下痢症リスク分析結果の周知による住民の意識・行動変化
3. 学会等名 第27回国際開発学会全国大会
4. 発表年 2016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	藤井 滋穂 (Fuji i Shigeo) (10135535)	京都大学・地球環境学堂・教授 (14301)	
研究 分担者	酒井 彰 (Sakai Akira) (20299126)	流通科学大学・経済学部・教授 (34522)	