

令和 2 年 6 月 26 日現在

機関番号：16101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2019

課題番号：26870411

研究課題名(和文) LED光照射の傷害修復制御機能を利用したVBNC・損傷菌による食中毒予防法の開発

研究課題名(英文) Developing a new preventive approach of foodborne diseases caused by VBNC/injured bacteria using Light-Emitting Diode irradiation

研究代表者

栗飯原 睦美(AIHARA, Mutsumi)

徳島大学・大学院社会産業理工学研究部(生物資源産業学域)・助教

研究者番号：60596211

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：VBNC(Viable But Non-Culturable)とは『生存しているが通常の培養では菌として検出が困難な状態』である。損傷菌は細菌がVBNCやそれに近い状態へと変化した総称で、通常の培養法では増殖の不能や遅延を示すが、ヒト体内では蘇生・増殖可能となる。近年VBNC菌による大規模な感染事例が明らかになり、新たな食中毒感染リスクとして危惧されている。しかし、損傷菌・VBNC菌の発生や修復・蘇生機構は明らかでなく、予防法も確立されてない。そこで本研究では、特異的な波長のLED光照射がVBNC発生や蘇生・修復を制御する分子機構を解明し新しい食中毒予防法を開発することを目的とする。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的基盤となる「光による病原微生物の応答と制御」の分子機構は光の受容体の同定を含めて未だ解明されていない点が多いが、本研究課題で取り入れた網羅的な遺伝子発現に加えて代謝機能解析を合わせたことでVBNC・損傷菌の発生や蘇生と修復を制御する重要な知見が得られた。現在我が国における食品衛生管理は、塩素系薬剤など薬剤を使用した方法が主流のため、光による衛生管理システムは欧州に比べると立後れているといえる。本研究の成果は、分子メカニズムのエビデンスを基盤とした光による損傷菌・VBNC菌に対する食中毒感染予防への応用可能性が示唆され、食品衛生管理の質の向上が期待できる。

研究成果の概要(英文)：VBNC(Viable But Non-Culturable) state bacteria poses potential health risks especially foodborne disease because it includes ability of recovery or resuscitation in the body. Injured bacteria is referred to as a state of VBNC or near VBNC state during food preservation or sterilization. VBNC state is induced by many factors such as temperature downshift, pH change, nutrient condition or oxygen concentration. However VBNC/injured bacteria occurrence and mechanism of resuscitation are not yet understood well. In this study, in order to develop a new preventive approach of foodborne diseases, level of gene expression was compared on our hypothesis that specific wavelength of light would be a factor of VBNC induction or resuscitation.

研究分野：食品衛生

キーワード：食中毒予防 VBNC UV-LED

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

安全な水・食品の供給は人々の健康の維持に必須である。食中毒は病原微生物が混入した水・食品を摂取し、ヒト体内に感染することで成立する。食品衛生管理技術が発達した現在においても食中毒事件は依然として発生している。2011年には腸管出血性大腸菌（EHEC、血清型 O-104）による大規模な集団食中毒事件がドイツ北部を中心に発生したが、その原因究明が遅れ被害が拡大し、収束に時間を要した。その理由は、原因菌が通常の培養法では培養できないが、ヒト体内においては蘇生可能な VBNC 状態を形成したことが一因であった。VBNC (Viable But Non-Culturable) とは『生存しているが通常の培養では菌として検出が困難な状態』である。損傷菌は食品の保存や消毒・殺菌の行程で細菌が VBNC やそれに近い状態へと変化した総称で、通常の培養法では増殖の不能や遅延を示すが、ヒト体内では蘇生・増殖可能となる。これまで 1980 年代において環境水中のコレラ菌の生残状態に関する研究を契機に、「生から死への一課程」や「自衛的残存状態」など病原細菌が VBNC 状態を形成する意義が議論されるとともに、食中毒リスクが危惧されてきた。しかし、食中毒の病原細菌が VBNC 状態に陥る機構や VBNC から回復する機構の分子基盤は解明されていないため、感染予防対策は未だ確立されていない。

2. 研究の目的

本研究では、特異的な波長の LED 光照射が VBNC 発生や蘇生・修復を制御する分子機構を解明し、生体モデルを用いた実証評価により新しい食中毒予防法を開発することを目的とする。すなわち LED を光源として様々な波長の光を *V. parahaemolyticus* (RIMD2210633) に対して照射し、損傷菌・VBNC 菌の発生や蘇生・修復を制御するために、[1] LED 光の波長の特定、[2] LED 光照射による傷害・修復制御分子機構の解明、[3] 生体モデルを用いた実証試験を行う。

3. 研究の方法

[1] 波長の特定

LED 光の波長・照射エネルギー比率の特定 食中毒原因細菌に対して LED 光源による様々な波長の光を照射し、損傷菌・VBNC 菌の発生、蘇生・修復を制御する条件の検討を行う。照射波長は紫外・可視光・近赤外線を *V. parahaemolyticus* に対して照射し検討を行う。紫外線 (UVC 255nm, UVB 310nm, UVA 365nm)、可視光線 (青 465nm, 緑 535nm, 赤 625nm)、近赤外線 (750, 800nm) の波長を使用する。

[2] LED 光照射による傷害・修復制御分子機構の解明

VBNC 状態は細菌内の劇的な代謝変化が起こることが予想される (*Int. J. Food Microbiol.* 2013)。よって、網羅的な遺伝子発現に加えて代謝機能解析を合わせたメタボローム解析やプロテオーム解析による翻訳後修飾解析を行うことにより損傷菌・VBNC 誘導・発生や蘇生・修復課程での重要な代謝経路や遺伝子・タンパク質を同定する。

[3] *Galleria mellonella* をモデルとした生体実験 (in vivo) による実証

[1]~[2]で得られたエビデンスを基に、*Galleria mellonella* を用いて実証試験を行う。生体内において各波長の LED 光照射によって制御された損傷菌・VBNC 菌の蘇生・増殖を評価する。

4. 研究成果

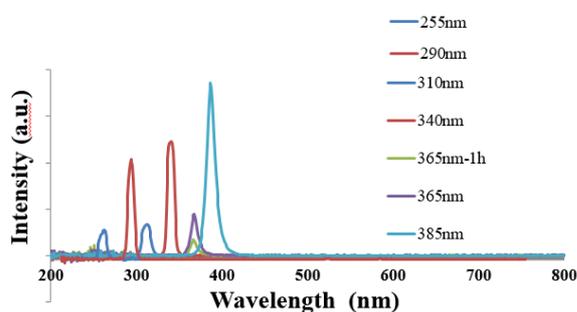


図 1 紫外領域の波長

[1] 波長の特定

V. parahaemolyticus に対して紫外線 (UVC 255nm, UVB 310nm, UVA 365nm)、可視光線 (青 465nm, 緑 535nm, 赤 625nm)、近赤外線 (750, 800nm) の照射を行いその後の生存を確認した。可視光・近赤外線照射によるコロニー形成は影響がなく VBNC 状態に移行していないと考えられた。紫外領域の波長はいずれもコロニー形成能が減少したため紫外領域の波長に絞りの検討を行うこととした (図 1)。

[2] LED 光照射による傷害・修復制御分子機構の解明

各波長の生存比を Log-0.5 に統一し、紫外領域 LED 光照射後の遺伝子発現を DNA マイクロアレイにより網羅的な解析を行った。無照射に対して紫外領域の波長を照射したものを比較すると、Control(紫外線無照射)に対し有意に発現が増加した遺伝子数は、310nm:15、365nm:148、385nm:145 であった(図 2)。Pathway 頻度解析を行った結果、他の波長には確認できなかったが 365nm においてのみヒスチジンの代謝経路に関連する遺伝子の発現上昇を確認できた。

紫外線照射によって遺伝子発現が増加したもの(上位5遺伝子) N=3

255nm		290nm		310nm		340nm		365nm		380nm		365nm1h	
FC	Gene	FC	Gene	FC	Gene	FC	Gene	FC	Gene	FC	Gene	FC	Gene
1.73	VP2034	1.78	VP0648	1.83	VP0648	2.03	VP1124	2.34	VP1315	3.01	VP2086	2.41	VP1315
1.67	VP2035	1.76	VP2034	1.78	VP2034	2.03	VP1122	2.34	VP2086	2.51	VPA0774	2.23	VP2086
1.66	VP0648	1.75	VP2035	1.75	VP1119	1.97	VPA1472	2.26	VP1120	2.48	VPA0043	2.17	VPA1560
1.66	VP2342	1.74	VP2342	1.74	VP2035	1.96	VPA1471	2.14	VP1122	2.47	VPA0773	2.16	VP1119
1.64	VPA0789	1.59	VP2340	1.72	VPA0043	1.94	VP1121	2.13	VP1119	2.42	VP1315	2.13	VP1120

紫外線照射によって遺伝子発現が減少したもの(上位5遺伝子) N=3

255nm		290nm		310nm		340nm		365nm		380nm		365nm1h	
FC	Gene	FC	Gene	FC	Gene	FC	Gene	FC	Gene	FC	Gene	FC	Gene
1.82	VPA0173	2.20	VP2450	N.D.		2.93	rpsQ	2.92	VPA0243	5.11	VPA1529	2.85	VPA0318
1.77	VP0818	1.53	VP1692			2.59	VP2059	2.83	VPA0318	3.11	VPA1528	2.80	VPA0243
1.58	pdhR					2.36	potA	2.76	VPA1529	3.10	VPA0243	2.68	VPA0242
1.55	VP1692					2.36	VP1888	2.74	VPA0242	2.97	VPA1279	2.53	VPA1279
1.50	VP2614					2.32	VP0605	2.46	VPA1279	2.91	VPA0242	2.42	VP1889

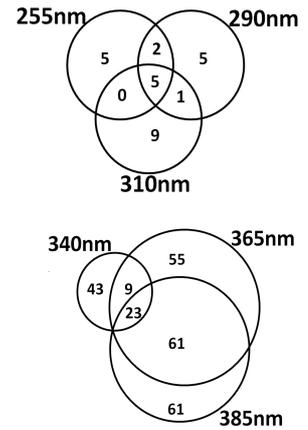


図 2 紫外線領域 LED 照射後の遺伝子発現数

また、紫外領域 LED を照射したタンパク質の酸化を比較したところ、UVC 領域では酸化はほとんど検出されなかったが UVA 領域では照射時間依存的に酸化が顕著となったことからタンパク質の酸化と細胞死との関連性が示唆された。さらに活性酸素種の 1 つである Superoxide anion radical を不均化する酵素である Superoxide Dismutase (SOD) 遺伝子欠損株においては細胞死とタンパク質の酸化がともに上昇したことから UVA 領域による細胞死と SOD との関連が示唆された。このときのタンパク質を同定するため、LC/MS/MS 法による質量分析を行ったところ VP2495 遺伝子でコードされているアコニット酸加水酵素が検出された。

[3] *Galleria mellonella* をモデルとした生体実験 (in vivo) による実証試験

V. parahaemolyticus に対して紫外領域の各波長について生存比を Log-0.5 に統一し、数日~数週間低温保存し VBNC 状態にあることを確認したものを *Galleria mellonella* に感染させた。Control(紫外線無照射)の致死率に対して 365nm 照射を行ったものは致死率が高い傾向、すなわち生体内において VBNC 状態からの回復の存在が示唆された。他の波長においては Control と同程度の致死率であり顕著な差は確認できなかった。

本研究においては、紫外~近赤外の光を腸炎ビブリオに対して照射し、その後に網羅的な遺伝子発現に加えて代謝機能解析を合わせたことで VBNC・損傷菌の発生や蘇生と修復を制御する重要な知見が得られた。また生体モデルによる実証試験においては紫外領域の中でも特異的な波長においてのみ VBNC からの回復が確認された。

以上の結果から、LED 光照射による損傷菌・VBNC 菌に対する食中毒感染予防への応用可能性が示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 9件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Nishisaka-Nonaka Risa, Mawatari Kazuaki, Yamamoto Tomomi, Kojima Mizuki, Shimohata Takaaki, Uebanso Takashi, Nakahashi Mutsumi, Emoto Takahiro, Akutagawa Masatake, Kinouchi Yohsuke, Wada Takahiro, Okamoto Masayuki, Ito Hiroshi, Yoshida Ken-ichi, Daidoji Tomo, Nakaya Takaaki, Takahashi Akira	4. 巻 189
2. 論文標題 Irradiation by ultraviolet light-emitting diodes inactivates influenza A viruses by inhibiting replication and transcription of viral RNA in host cells	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology	6. 最初と最後の頁 193 ~ 200
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jphotobiol.2018.10.017	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 -

1. 著者名 Tsunedomi Akari, Miyawaki Katsuyuki, Masamura Akinori, Nakahashi Mutsumi, Mawatari Kazuaki, Shimohata Takaaki, Uebanso Takashi, Kinouchi Yousuke, Akutagawa Masatake, Emoto Takahiro, Takahashi Akira	4. 巻 65
2. 論文標題 UVA LED device to disinfect hydroponic nutrient solution	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Journal of Medical Investigation	6. 最初と最後の頁 171 ~ 176
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2152/jmi.65.171	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 Uebanso Takashi, Ohnishi Ai, Kitayama Reiko, Yoshimoto Ayumi, Nakahashi Mutsumi, Shimohata Takaaki, Mawatari Kazuaki, Takahashi Akira	4. 巻 9
2. 論文標題 Effects of Low-Dose Non-Caloric Sweetener Consumption on Gut Microbiota in Mice	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nutrients	6. 最初と最後の頁 560 ~ 560
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/nu9060560	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 Kido Junko, Shimohata Takaaki, Amano Sachie, Hatayama Sho, Nguyen Anh Quoc, Sato Yuri, Kanda Yuna, Tentaku Aya, Fukushima Shiho, Nakahashi Mutsumi, Uebanso Takashi, Mawatari Kazuaki, Takahashi Akira	4. 巻 85
2. 論文標題 Cystic Fibrosis Transmembrane Conductance Regulator Reduces Microtubule-Dependent Campylobacter jejuni Invasion	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Infection and Immunity	6. 最初と最後の頁 e00311 ~ 00317
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1128/IAI.00311-17	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 Hatayama Sho, Shimohata Takaaki, Amano Sachie, Kido Junko, Nguyen Anh Q., Sato Yuri, Kanda Yuna, Tentaku Aya, Fukushima Shiho, Nakahashi Mutsumi, Uebanso Takashi, Mawatari Kazuaki, Takahashi Akira	4. 巻 8
2. 論文標題 Cellular Tight Junctions Prevent Effective Campylobacter jejuni Invasion and Inflammatory Barrier Disruption Promoting Bacterial Invasion from Lateral Membrane in Polarized Intestinal Epithelial Cells	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Frontiers in Cellular and Infection Microbiology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fcimb.2018.00015	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 中橋睦美, 高橋章	4. 巻 57
2. 論文標題 紫外線LEDの医療への応用	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 小児科	6. 最初と最後の頁 1011-1016
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 -

1. 著者名 中橋睦美, 高橋章	4. 巻 61
2. 論文標題 紫外線LEDを用いた殺菌システムと応用	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 ケミカルエンジニアリング	6. 最初と最後の頁 428-432
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 Quang Ngoc Phan, Takashi Uebansou, Takaaki Shimohata, Mutsumi Nakahashi, Kazuaki Mawatari and Akira Takahashi	4. 巻 197
2. 論文標題 DNA-binding protein HU coordinates pathogenicity in Vibrio parahaemolyticus.	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Journal of Bacteriology	6. 最初と最後の頁 2958 ~ 2964
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1128/JB.00306-15	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 Toshitaka Ikehara, Mutsumi Nakahashi, Zehong Su, Masatake Akutagawa, Koichiro Tsuchiya, Mitsuo Kitamura, Akira Takahashi and Yohsuke Kinouchi	4. 巻 97
2. 論文標題 Effects of UV-A LED light irradiation on growth of cultured RAW 264.7 cells	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Toxicological and Environmental Chemistry	6. 最初と最後の頁 243 ~ 255
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/02772248.2015.1039771	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 Mutsumi Nakahashi, Kazuaki Mawatari, Akiko Hirata, Miki Maetani, Takaaki Shimohata, Takashi Uebansou, Yasuhiro Hamada, Masatake Akutagawa, Yohsuke Kinouchi and Akira Takahashi	4. 巻 90
2. 論文標題 Simultaneous irradiation with different wavelengths of ultraviolet light has synergistic bactericidal effect on <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	5. 発行年 2014年
3. 雑誌名 Photochemistry and Photobiology	6. 最初と最後の頁 1397-1403
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/0967-3334/34/8/925	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 -

〔学会発表〕 計17件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 Mutsumi Nakahashi, Takaaki Shimohata, Takashi Uebansou, Kazuaki Mawatari, Akira Takahashi
2. 発表標題 Developing a new preventive approach of foodborne disease caused by VBNC/injured bacteria using Xenon lamp and Light-Emitting Diode irradiation
3. 学会等名 U.S.-Japan Cooperative Medical Sciences Program (USJCMSP) 53rd Joint US-Japan Panel Meeting on Cholera and Other Bacterial Enteric Infections (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 木戸 純子, 下畑 隆明, 天野 幸恵, 畑山 翔, 佐藤 優里, 神田 結奈, 天宅 あや, 福島 志帆, 中橋 睦美, 上番増 喬, 馬渡 一諭, 高橋 章
2. 発表標題 CFTR reduced microtubule-mediated <i>Campylobacter jejuni</i> invasion
3. 学会等名 日米医学協力研究会コレラ・細菌性腸管感染症専門部会 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 上番増 喬, 大西 愛, 北山 礼子, 吉本 亜由美, 中橋 睦美, 下畑 隆明, 馬渡 一諭, 高橋 章
2. 発表標題 許容上限量の甘味料の摂取が腸内細菌叢と宿主へ及ぼす影響の解析
3. 学会等名 日本栄養食糧学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 常富 愛香里, 下畑 隆明, 後藤 茉凜, 天野 幸恵, 中橋 睦美, 原田 優美, 上番増 喬, 馬渡 一諭, 宮脇 克行, 榎本 崇宏, 芥川 正武, 木内 陽介, 高橋 章
2. 発表標題 UVA-LED殺菌システムによるCampylobacter jejuni食中毒の予防
3. 学会等名 第70回日本栄養・食糧学会大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 常富愛香里, 下畑隆明, 永田早紀恵, 天野幸恵, 中橋睦美, 原田優美, 上番増喬, 馬渡一諭, 宮脇克行, 榎本崇宏, 芥川正武, 木内陽介, 高橋 章
2. 発表標題 Campylobacter jejuni食中毒予防に対するUVA-LED照射殺菌の有効性について
3. 学会等名 第37回日本食品微生物学会学術総会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 高橋 章, 下畑隆明, 馬渡一諭, 上番増喬, 常富愛香里, 中橋睦美, 芥川正武, 木内陽介
2. 発表標題 飲料水の色が近紫外線殺菌に与える影響
3. 学会等名 第37回日本食品微生物学会学術総会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 中橋睦美、常富愛香里、上番増喬、下畑隆明、馬渡一諭、芥川正武、木内陽介、高橋 章
2. 発表標題 紫外線LEDと次亜塩素酸ナトリウムの併用による食品殺菌装置の開発
3. 学会等名 第37回日本食品微生物学会学術総会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Akari Tsunedomi, Akinori Masamura, Mutsumi Nakahashi, Risa Nishisaka, Kazuaki Mawatari, Takaaki Shimohata, Takashi Uebanso, Katsuyuki Miyawaki, Masatake Akutagawa, Yousuke Kinouchi, Akira Takahashi
2. 発表標題 Disinfection system with UVA-LED for hydroponic nutrient solution
3. 学会等名 FEMS2015 (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 Sho Hatayama, Takaaki Shimohata, Sachie Negoro, Yuri Sato, Junko Kido, Mutsumi Nakahashi, Takashi Uebanso, Kazuaki Mawatari, Akira Takahashi
2. 発表標題 The denudation of lateral part promote Campylobacter jejuni invasion in Caco-2 cells.
3. 学会等名 FEMS2015 (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 Takaaki Shimohata, Sachie Negoro, Junko Kido, Sho Hatayama, Yuri Sato, Hitomi Iba, Mutsumi Nakahashi, Takashi Uebanso, Kazuaki Mawatari, Akira Takahashi
2. 発表標題 INFECTION OF CAMPYLOBACTER JEJUNI REDUCES CFTR MEDIATED CL- SECRETION IN T-84
3. 学会等名 FEMS2015 (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 Takashi Uebanso, Takaaki Shimohata, Hitomi Iba, Kazuya Nishimura, Yuichi Taniguchi, Kazuki Horikawa, Mutsumi Aihara, Kazuaki Mawatari, Akira Takahashi
2. 発表標題 COMBINATION BETWEEN A FEW T3SS INJECTISOME AND A LOT EFFECTOR FOR KILLING HOST CELLS ON VIBRIO PARAHAEMOLYTICUS
3. 学会等名 FEMS2015 (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 常富愛香里；正村彰規；粟飯原睦美；馬渡一諭；下畑隆明；上番増喬；石崎仁愛；芥川正武；木内陽介；高橋章
2. 発表標題 近紫外線による水耕栽培用培養液の殺菌法の開発
3. 学会等名 第68回日本栄養・食糧学会大会
4. 発表年 2014年

1. 発表者名 本庄アイリ；馬渡一諭；前谷美希；常富愛香里；畑山翔；粟飯原睦美；下畑隆明；上番増喬；高橋章
2. 発表標題 Vibrio parahaemolyticus のkatG gene, VPA0768 発現上昇は近紫外線 (UVA) 耐性獲得に関与する
3. 学会等名 第68回日本栄養・食糧学会大会
4. 発表年 2014年

1. 発表者名 Phan Ngoc Quang；上番増 喬；馬渡 一諭；下畑 隆明；中橋 睦美；高橋 章
2. 発表標題 DNA-binding protein HU coordiantes pathogenicity in Vibrio parahaemolyticus
3. 学会等名 第88回日本細菌学会総会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 馬渡 一諭 ; 本庄 アイリ ; 安井 実希 ; 畑山 翔 ; 中橋 睦美 ; 下畑 隆明 ; 高橋 章
2. 発表標題 腸炎ヒブリオの VP2357 遺伝子変異は近紫外線 (UVA) 照射耐性 獲得に寄与する
3. 学会等名 第88回日本細菌学会総会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 下畑 隆明 ; 木戸 純子 ; 根来 幸恵 ; 畑山 翔 ; 佐藤 優里 ; 中 橋 睦美 ; 上番増 喬 ; 馬渡 一諭 ; 高橋 章
2. 発表標題 Campylobacter jejuni の侵入性は CFTR によって制御を受ける
3. 学会等名 第88回日本細菌学会総会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 畑山 翔 ; 下畑 隆明 ; 根来 幸恵 ; 佐藤 優里 ; 木戸 純子 ; 中 橋 睦美 ; 上番増 喬 ; 馬渡 一諭 ; 高橋 章
2. 発表標題 Campylobacter jejuni は腸管上皮の側部より効率的に侵入する
3. 学会等名 第88回日本細菌学会総会
4. 発表年 2015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
---------------------------	-----------------------	----