

令和 2 年 7 月 9 日現在

機関番号：35302

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2019

課題番号：15K08481

研究課題名(和文) 病原細菌の菌体表層にみられるフィブロネクチン結合タンパク質群の病原的機能と構造

研究課題名(英文) Functions and structures of the fibronectin-binding proteins in the peptidoglycan layer of *Clostridium perfringens*

研究代表者

片山 誠一 (Seiichi, Katayama)

岡山理科大学・理学部・教授

研究者番号：70169473

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：ウェルシュ菌(*Clostridium perfringens*)は、ヒトにガス壊疽と食中毒をひき起こすグラム陽性細菌である。本研究では、ウェルシュ菌菌体がヒトフィブロネクチン(Fn)分子内のモジュールIII9とIII10を認識して結合することを明らかにした。このことはこの細菌がフィブロネクチン結合タンパク質(Fbp)を菌体表層に有することを示している。実際にこの細菌の細胞壁中からFbpC (CPE0625)、FbpD(CPE0630)、glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase (GAPDH; CPE1304)などのFbpを分離・同定することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ウェルシュ菌(*C. perfringens*)によるガス壊疽の発生は少ないが、急速に敗血症まで進行し致死的となることがある。その侵入門戸は、傷口である。侵入した細菌は、結合組織内のFnを認識し結合することにより定着すると考えられる。この定着の分子メカニズムは今までほとんど不明であった。本研究の成果により、ウェルシュ菌は、Fn分子の一部を特異的に認識しており、その認識には、菌体表層に存在する複数のFbpが関わっている可能性が明らかとなった。さらに、どのFbpがウェルシュ菌の定着に主要な貢献をするのか明らかになれば、この感染症に対する防御の具体的なアイデアが生まれることに繋がると考えている。

研究成果の概要(英文)：*Clostridium perfringens* is a Gram-positive, spore-forming anaerobic bacterium, causing gas gangrene and food poisoning in humans and animals. It is thought that *C. perfringens* entering the wound binds to human fibronectin (Fn) molecules in connective tissue, and colonizes.

In this work, it was shown that *C. perfringens* cells bound to III9 and III10 fragments of Fn. This suggests that the bacterium retains fibronectin-binding protein(s) (Fbp) on the cell surface. In fact, some Fbps were isolated by treating the cell with endolysin, a cell wall degrading enzyme. Some of these proteins were identified as FbpC (56 kDa; CPE0625), FbpD (45 kDa; CPE0630), and glyceraldehyde -3-phosphate dehydrogenase (GAPDH; CPE1304). It was also shown that GAPDH binds to autolysin (Acp; CPE1231), a lytic enzyme present on the cell surface. These results suggest that many proteins might be involved in the Fn binding of *C. perfringens* cells.

研究分野：細菌学

キーワード：*Clostridium perfringens* fibronectin (Fn) Fn-binding protein (Fbp) GAPDH autolysin (Acp)

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

フィブロネクチン (Fn) とは、ヒトを含む動物の血漿、細胞表面、結合組織に存在する 450 kDa の糖タンパク質で、細胞を接着・伸展させるうえで重要な役割を果たしている。このタンパク質には、コラーゲンやインテグリンなどの結合組織内タンパク質の他、多くの細菌が結合する。細菌の Fn への結合はフィブロネクチン結合タンパク質 (Fn-binding protein; Fbp) を介して行われる。病原細菌であるブドウ球菌やレンサ球菌の Fbp の研究では、感染巣の形成や細胞への侵襲性、宿主防御機構からの逃避にこのタンパク質が寄与していることが明らかになっている。

私たちは、ヒトにガス壊疽と食中毒を引き起こすウェルシュ菌 (*Clostridium perfringens*) 菌体に Fn が結合することを初めて明らかにした。(Katayama, S., et al. *Acta Medica Okayama* 2006. **60**:351-355.) また、ウェルシュ菌のゲノム配列から、2 つの Fbp (FbpA: CPE0737, FbpB: CPE1847) を見出した (Katayama, S., et al. *Anaerobe* 2009. **15**: 155-159.)。しかし、これらのタンパク質をコードする遺伝子を欠失した *AfbpA AfbpB* 株は依然として Fn 分子を結合した。さらに FbpA と FbpB はほとんど菌体表面に表出していないことが明らかになった (山崎ら *生物試料分析* 2010. **33**:173-178.)。以上のことから、ウェルシュ菌が FbpA, FbpB とは別に Fbp を菌体表面に発現しているのではないかと考え、その探索のため研究を立ち上げた。

2. 研究の目的

ウェルシュ菌には Fn 分子が結合する。しかし、Fn 分子のどこに結合しているかは明確ではなかった。まず、ウェルシュ菌が Fn 分子のどの領域を認識し、結合しているのか明らかにすることにした。次に、ウェルシュ菌のペプチドグリカン層を溶菌酵素エンドリシン Psm で分解した後、溶出したタンパク質を調べると Fn 結合活性をもつ Fbp が複数存在していることがわかった。そこで、それぞれのタンパク質を同定し、その構造と機能を調べることとした。

3. 研究の方法

1) ウェルシュ菌菌体への Fn 断片の結合

Fn は、2 量体の糖タンパク質でその分子中に Type I, Type II, Type III モジュールを複数持っている (図 1)。体対数増殖期のウェルシュ菌 HN13 *AfbpA AfbpB* 株をマイクロタイタープレートに固定した後、Fn 分子の一部を断片化したビオチン標識組換えタンパク質を結合させた。それぞれの Fn 断片の結合力は、ELISA 法により評価した。

2) Fbp タンパク質の同定

体数増殖期のウェルシュ菌をバクテリオファージ由来の溶菌酵素エンドリシン Psm で処理し、細胞壁からタンパク質を抽出して TCA 沈澱後、SDS-PAGE にかけた。ビオチン化 Fn を用いた ligand blotting 法により 56 kDa, 45 kDa, 40 kDa の Fbp が検出された。これらのタンパク質を LC-MS/MS にかけて、ウェルシュ菌ゲノム解析のデータと照らし合わせて、それぞれのタンパク質をコードする遺伝子を検索した。

3) 欠失変異株の作製

in-frame deletion 法 (Nariya, H., et al. *Appl Environ Microbiol* 2011. **77**: 1375-1382.) を用いてウェルシュ菌 HN13 (13 *AgalK AgalT*) 株の *fbpC* 遺伝子と *fbpD* 遺伝子の欠失株を作製した。

4) Fbp の Fn 結合活性

それぞれの Fbp をコードする遺伝子をウェルシュ菌 13 株の染色体 DNA を鋳型として用いて PCR 後、pET11a または pET16a 等の大腸菌発現ベクター (Novagen) にクローニングした。His-tag を利用して組換えタンパク質を精製し、ビオチン化 Fn を ELISA 法や ligand blotting 法を用いて結合させて Fn 結合活性を調べた。

4. 研究成果

1) Fn 分子内のウェルシュ菌の結合部位

ウェルシュ菌は、ヒトの Fn に結合するが、コラーゲンには結合しない (Hitsumoto, Y., et al. *Anaerobe* 2014. **25**: 67-71.)。Fn 分子はコラーゲン結合部位を持っていてコラーゲンに結合する。面白いことに、ウェルシュ菌は、コラーゲンに結合した Fn に結合できることが分かっていた。そこで、本研究では、まず、Fn 分子中のどの部分がウェルシュ菌との結合に関わっているのか調べた。その結果、Type III モジュールの III₉ 断片と III₁₀ 断片 (図 1) が有意にウェルシュ菌 HN13 *AfbpA AfbpB* 株に結合した。このことから、ウェルシュ菌表面には、Fn 分子を特異的に認識する Fn 結合タンパク質が FbpA, FbpB 以外に存在すると考え

られた。

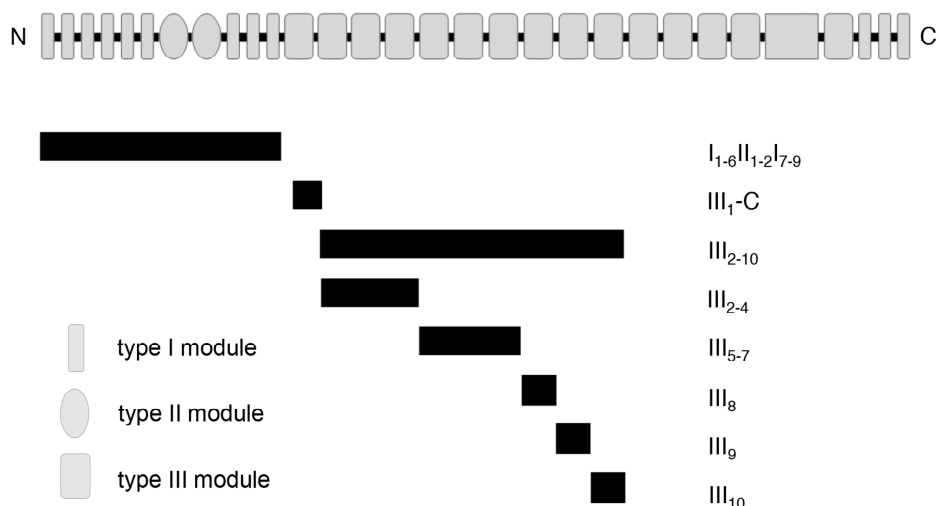


図 1. フィブロネクチン (Fn) 分子の構造

2) ウェルシュ菌のペプチドグリカン層に存在する Fbp
 ウェルシュ菌は、グラム陽性菌なので、菌体表層には、厚いペプチドグリカン層が存在する。この層をエンドリシン Psm で分解し、菌体表層中のタンパク質を抽出した。得られたタンパク質をビオチン化した Fn 分子を用いて Ligand blotting をしたところ、いくつかの Fbp を見出すことができた。それらのタンパク質はいくつか同定された (表 1)。

表 1. ウェルシュ菌 HN13 株ペプチドグリカン層から抽出した Fbp

| Protein name | Molecular weight | Gene |
|--|------------------|------------------------|
| hypothetical protein | 56 kDa | CPE0625 |
| hypothetical protein | 45 kDa | CPE0630 |
| glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase (GAPDH) | 40 kDa | CPE1304 <i>gapC</i> |

3) FbpC と FbpD
 Fbp として発現量が多かったのが、機能不明のタンパク質 56 kDa, 45 kDa であった。これらのタンパク質をそれぞれ FbpC, FbpD と命名した。それぞれのタンパク質のモチーフを調べてみると、N 末端領域に cell wall-binding repeats と C 末端領域に zinc carboxypeptidase と bacteriophage peptidoglycan hydrolase のモチーフを持っていた (図 2)。しかし、黄色ブドウ球菌の Fbp 等で見られる Fn-binding repeat は見出せなかった。またウェルシュ菌 HN13 *AfbpC AfbpD* 株では、Fn の結合量に変化は認められなかった (Katayama, S., *et al.* unpublished data) ことから、ウェルシュ菌の Fn 結合に FbpC と FbpD はあまり貢献していないことがわかった。その本来の機能については、現在解析を進めている。

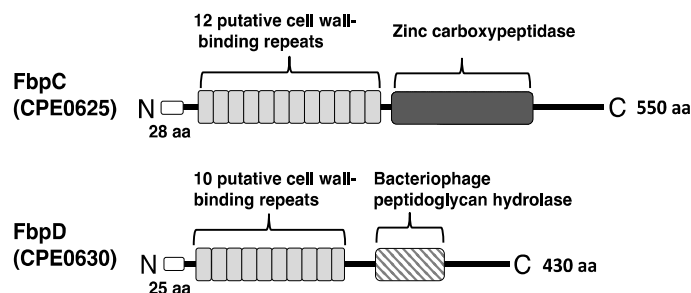


図 2. FbpC と FbpD のモチーフ
 SSDB motif search による。 は、signal peptide を示す。

4) GAPDH の Fn 結合活性と局在

ウェルシュ菌の菌体表層に発現量が少ないが、40 kDa の Fbp が認められた。このタンパク質の同定を行うと glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase (GAPDH)であることが分かった。GAPDH は、解糖系の酵素の一つであるが、その組換えタンパク質は、弱いながら Fn を結合することが明らかになった。また、抗 GAPDH 抗体で菌体への Fn 結合を阻害することができた。この酵素が、本当にウェルシュ菌の菌体表面に存在するかどうかフローサイトメトリーで調べたところ、菌体表層に GAPDH が存在することが明らかになった。

5) GAPDH のオートリシンとの結合

解糖系の酵素の一つである GAPDH が、細胞外にどのようなプロセスで分泌されるかは、未だ明らかになっていない。GAPDH が、菌体表層に存在するには、何らかの菌体表層タンパク質に結合する必要がある。黄色ブドウ球菌での報告(Ebner, P., *et al.* 2016. *Infect Immun* **84**: 1672-1681.)から、GAPDH は、溶菌酵素オートリシンに結合している可能性が示唆された。ELISA 法と ligand blotting 法で調べてみると組換え GAPDH は、オートリシン(CPE1231)の活性ドメイン、Fn とプラスミノゲンに結合した。ラミニンとゲラチンには結合しなかった。以上のことから、GAPDH は、オートリシンに結合することで、ウェルシュ菌菌体表面に表出していると考えられた。そして、Fn やプラスミノゲンといった宿主のマトリックスタンパク質と結合することによりウェルシュ菌菌体を宿主組織に定着させ、さらに血餅を溶解させていると推察された。実際、オートリシン欠損株では、ウェルシュ菌菌体への Fn 結合が減少することが示された (Katayama, S., *et al.* unpublished data)

6) 結論

ウェルシュ菌は、傷口から侵入し、ヒトの Fn 分子の III₉ と III₁₀ 領域を認識し結合する。Fn 分子の菌体への結合には、菌体表層に存在する GAPDH と溶菌酵素オートリシンが関わっていることが、本研究で示唆された。このような知見により、ウェルシュ菌の宿主内での定着・増殖に関するメカニズムが明らかになって行くと期待している。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4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 Matsunaga N, Shimizu H, Fujimoto K, Watanabe K, Yamasaki T, Hatano N, Tamai E, Katayama S, Hitsumoto Y. | 4. 巻 51 |
| 2. 論文標題 Expression of glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase on the surface of Clostridium perfringens cells. | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Anaerobe | 6. 最初と最後の頁 124-130 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.anaerobe.2018.05.001. | 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 Yasuo Hitsumoto, Nozomu Matsunaga and Seiichi Katayama | 4. 巻 6 |
| 2. 論文標題 Importance of Fibronectin for Clostridium perfringens Adhesion to Host Tissue | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Infectious Diseases & Therapy | 6. 最初と最後の頁 354 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.4172/2332-0877.1000354 | 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 Katayama, S., Tagomori, M., Morita, N., Yamasaki, T., Nariya, H., Okada, M., Watanabe, M., and Hitsumoto, Y. | 4. 巻 34 |
| 2. 論文標題 Determination of the Clostridium perfringens-binding site on fibronectin | 5. 発行年 2015年 |
| 3. 雑誌名 Anaerobe | 6. 最初と最後の頁 174-181 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.anaerobe.2014.11.007. | 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 Katayama, S., Kato, S., Yamasaki, A., Aitani, K., Yamasaki, T., Hatano, N., Nariya, H., Hitsumoto, Y. | 4. 巻 3 |
| 2. 論文標題 Novel cell wall-associated fibronectin-binding proteins of Clostridium perfringens. | 5. 発行年 2015年 |
| 3. 雑誌名 International Journal of Analytical Bio-Science | 6. 最初と最後の頁 1-9 |
| 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 - |

〔学会発表〕 計49件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 7件）

| |
|--|
| 1. 発表者名 青野りよ、松永 望、片山誠一、櫃本泰雄 |
| 2. 発表標題 Clostridium perfringens菌体表層のFibronectin (Fn)-binding proteins (Fbps)の定量 |
| 3. 学会等名 第13回生物試料分析科学会中国四国支部学術集会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 藤本佳那子、渡邊加奈子、松永 望、片山誠一、玉井栄治、櫃本泰雄 |
| 2. 発表標題 Clostridium perfringens由来オートリシンはglyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenaseに結合する |
| 3. 学会等名 第13回生物試料分析科学会中国四国支部学術集会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 河相朋美、藤本佳那子、松永 望、成谷宏文、玉井栄治、櫃本泰雄、片山誠一 |
| 2. 発表標題 ウェルシュ菌の溶菌酵素オートリシン遺伝子の欠損株作製の試み |
| 3. 学会等名 第13回生物試料分析科学会中国四国支部学術集会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 藤本佳那子、松永 望、片山誠一、玉井栄治、櫃本泰雄 |
| 2. 発表標題 ウェルシュ菌由来glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase (GAPDH)はオートリシンのcatalytic domainに結合する |
| 3. 学会等名 第71回日本細菌学会中国・四国支部総会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 青野りよ、松永 望、片山誠一、櫃本泰雄 |
| 2. 発表標題 Clostridium perfringens 菌体表層にあるFibronectin (Fn) -binding proteins (Fbps) の定量 |
| 3. 学会等名 第71回日本細菌学会中国・四国支部総会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 河相朋美、松永 望、玉井栄治、成谷宏文、島本 整、櫃本泰雄、片山誠一 |
| 2. 発表標題 ウェルシュ菌の菌体表層に存在するフィブロネクチン結合タンパク質 (FbpC, FboD)の機能解析 |
| 3. 学会等名 第29回生物試料分析科学会年次学術集会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 青野りよ、松永 望、片山誠一、櫃本泰雄 |
| 2. 発表標題 Clostridium perfringens 菌体表層にあるFibronectin-binding proteinsの定量 |
| 3. 学会等名 第29回生物試料分析科学会年次学術集会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--------------------------------------|
| 1. 発表者名 藤本佳那子、松永 望、片山誠一、玉井栄治、櫃本泰雄 |
| 2. 発表標題 ウェルシュ菌表層のFn結合タンパク質について |
| 3. 学会等名 第29回生物試料分析科学会年次学術集会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Nozomu Matsunaga, Haruka Shimizu, Yumi Takahashi, Nodoka Narukawa, Kanako Watanabe, Seiichi Katayama, Yasuo Hitsumoto |
| 2. 発表標題 Fibronectin receptors of Clostridium perfringens |
| 3. 学会等名 10th International Conference on the Molecular Biology and Pathogenesis of the Clostridia (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Seiichi Katayama, Ayumu Yamasaki, Kaoru Koumoto, Hirofumi Nariya, Yasuo Hitsumoto |
| 2. 発表標題 Analyses of the fibronectin-binding proteins in the peptidoglycan layer of Clostridium perfringens |
| 3. 学会等名 10th International Conference on the Molecular Biology and Pathogenesis of the Clostridia (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 渡邊 加奈子、松永 望、片山 誠一、檀本 泰雄 |
| 2. 発表標題 Fnのコンフォメーション変化とウェルシュ菌結合性の関係 |
| 3. 学会等名 第12回生物試料分析科学会中国四国支部学術集会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 藤本佳那子、青野りよ、松永望、片山誠一、檀本泰雄 |
| 2. 発表標題 C. perfringens表層にある各種Fn結合タンパクのFn結合性 |
| 3. 学会等名 第12回生物試料分析科学会中国四国支部学術集会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 河相朋美、甲元果歩留、成谷宏文、櫃本泰雄、片山誠一 |
| 2. 発表標題 ウェルシュ菌のペプチドグリカン層に存在するフィブロネクチン (Fn) 結合タンパク質FbpC, FbpDをコードする遺伝子プロモーターの同定 |
| 3. 学会等名 第12回生物試料分析科学会中国四国支部学術集会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 甲元果歩留、成谷宏文、島本整、櫃本泰雄、片山誠一 |
| 2. 発表標題 ウェルシュ菌のペプチドグリカン層に見出されたフィブロネクチン結合タンパク質FbpC, FbpDの遺伝子プロモーターの解析 |
| 3. 学会等名 第70回日本細菌学会中国・四国支部総会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 藤本佳那子、櫃本泰雄、片山誠一、玉井栄治、松永望 |
| 2. 発表標題 Clostridium perfringens由来GAPDHの細菌表層表出とその機能 |
| 3. 学会等名 第70回日本細菌学会中国・四国支部総会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 渡邊 加奈子、松永 望、片山 誠一、玉井 栄治、櫃本 泰雄 |
| 2. 発表標題 ウェルシュ菌由来オートリシン(Acp)のFn結合性とFn結合サイトの決定 |
| 3. 学会等名 第28回生物試料分析科学会年次学術集会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 藤本佳那子、櫃本泰雄、片山誠一、玉井栄治、松永望 |
| 2. 発表標題 ウェルシュ菌GAPDHのオートリシンを介した菌体表層表出 |
| 3. 学会等名 第28回生物試料分析科学会年次学術集会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 河相朋美、甲元果歩留、山先歩武、成谷宏文、島本整、櫃本泰雄 |
| 2. 発表標題 The gene promoters of the fibronectin-binding proteins, FbpC and FbpD, of <i>Clostridium perfringens</i> |
| 3. 学会等名 第91回日本細菌学会総会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 藤本佳那子、松永望、玉井栄治、片山誠一、櫃本泰雄 |
| 2. 発表標題 Expression of glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase on <i>Clostridium perfringens</i> cell surface |
| 3. 学会等名 第91回日本細菌学会総会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 片山誠一、山先歩武、加藤早苗、成谷宏文、櫃本泰雄 |
| 2. 発表標題 ウェルシュ菌のペプチドグリカン層に存在するフィブロネクチン (Fn) 結合タンパク質群の解析 |
| 3. 学会等名 第11回生物試料分析科学会中国四国支部学術集会 |
| 4. 発表年 2016年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 清水春花、鳴川 和、松永 望、片山誠一、櫃本泰雄 |
| 2. 発表標題 Fibronectin (Fn) レセプターとしてのC. perfringens由来glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase |
| 3. 学会等名 第11回生物試料分析科学会中国四国支部学術集会 |
| 4. 発表年 2016年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 高橋祐美、渡邊加奈子、松永 望、片山誠一、櫃本泰雄 |
| 2. 発表標題 C. perfringensへのFibronectin(Fn)結合に対するFn断片(r 9-10)の影響 |
| 3. 学会等名 第11回生物試料分析科学会中国四国支部学術集会 |
| 4. 発表年 2016年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 甲元果歩留, 成谷宏文, 櫃本泰雄, 片山誠一 |
| 2. 発表標題 ウェルシュ菌菌体へのフィブロネクチンの結合に関与するフィブロネクチン結合タンパク質 |
| 3. 学会等名 第69回日本細菌学会中国・四国支部総会 |
| 4. 発表年 2016年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Yasuo Hitsumoto, Nozomu Matsunaga, and Seiichi Katayama |
| 2. 発表標題 Fibronectin-Binding Proteins of Clostridium perfringens |
| 3. 学会等名 BIT's 6th Annual World Congress of Microbe-2016 (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2016年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 甲元果歩留、山先歩武、加藤早苗、成谷宏文、檀本泰雄、片山誠一 |
| 2. 発表標題 ウェルシュ菌の菌体表層にみられたフィブロネクチン結合蛋白質 (FbpC, FbpD) の機能 |
| 3. 学会等名 第27回生物試料分析科学会年次学術集会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 清水春花、松永 望、片山誠一、檀本泰雄 |
| 2. 発表標題 ウェルシュ菌体表面におけるFn結合タンパクとしてのGAPDH |
| 3. 学会等名 第27回生物試料分析科学会年次学術集会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 高橋祐美、渡邊加奈子、松永 望、片山誠一、檀本泰雄 |
| 2. 発表標題 ウェルシュ菌が認識するFibronectin (Fn) 分子上サイト - Fnモジュール 9、 10の連結の重要性 - |
| 3. 学会等名 第27回生物試料分析科学会年次学術集会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 渡邊加奈子、高橋裕美、松永 望、片山誠一、檀本泰雄 |
| 2. 発表標題 Fibronectin(Fn)のコンフォメーションに依存した <i>C. perfringens</i> へのFn結合 |
| 3. 学会等名 第27回生物試料分析科学会年次学術集会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 甲元果歩留、成谷宏文、檀本泰雄、片山誠一 |
| 2. 発表標題 Analysis of the domains of fibronectin-binding proteins (FbpC, FbpD) of <i>Clostridium perfringens</i> |
| 3. 学会等名 第90回日本細菌学会総会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 山先歩武、加藤早苗、山崎 勤、成谷 宏文、檀本泰雄、片山誠一 |
| 2. 発表標題 ウェルシュ菌菌体表層に存在するフィブロネクチン(Fn)結合タンパク質群の同定とFn結合能の解析 |
| 3. 学会等名 第10回生物試料分析科学会中国四国学術集会 |
| 4. 発表年 2015年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Hitsumoto, Y., Nagai, H., Takahashi, Y., Kato, S., Yamasaki, T., and Katayama, S. |
| 2. 発表標題 Glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase as a putative fibronectin-receptor on <i>Clostridium perfringens</i> |
| 3. 学会等名 9th International Conference on the Molecular biology and Pathogenesis of the Clostridia (国際学会) |
| 4. 発表年 2015年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Yamasaki, A., Kato, S., Aitani, K., Yamasaki, T., Hatano, N., Nariya, H., Hitsumoto, Y., and Katayama, S. |
| 2. 発表標題 Identification of two cell wall-associated fibronectin-binding proteins of <i>Clostridium perfringens</i> |
| 3. 学会等名 9th International Conference on the Molecular biology and Pathogenesis of the Clostridia (国際学会) |
| 4. 発表年 2015年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 高橋祐美、山崎 勤、片山誠一、櫃本泰雄 |
| 2. 発表標題 ヒトFibronectin III9-10断片遺伝子組換え体の作製、およびそれに対するClostridium perfringensの結合 |
| 3. 学会等名 第68回日本細菌学会中国・四国支部総会 |
| 4. 発表年 2015年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 清水春花、山崎 勤、片山誠一、櫃本泰雄 |
| 2. 発表標題 Fibronectin (Fn) 結合タンパクとしてのC. perfringens由来Glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase (GAPDH) |
| 3. 学会等名 第68回日本細菌学会中国・四国支部総会 |
| 4. 発表年 2015年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 山先歩武、山崎 勤、成谷宏文、櫃本泰雄、片山誠一 |
| 2. 発表標題 ウェルシュ菌菌体表層に新たに見出されたフィブロネクチン結合タンパク質の機能解析 |
| 3. 学会等名 第68回日本細菌学会中国・四国支部総会 |
| 4. 発表年 2015年 |

| |
|-------------------------------------|
| 1. 発表者名 櫃本泰雄、清水春花、高橋祐美、鹿見紗椰、片山誠一 |
| 2. 発表標題 ウェルシュ菌由来GADPHとFnの相互作用 |
| 3. 学会等名 第26回生物試料分析科学会年次学術集会 |
| 4. 発表年 2016年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 片山誠一、山先歩武、高橋祐美、成谷宏文、檀本泰雄 |
| 2. 発表標題 Analysis of the fibronectin-binding proteins in the peptidoglycan layer of Clostridium perfringens |
| 3. 学会等名 第89回日本細菌学会総会 |
| 4. 発表年 2016年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 檀本泰雄、清水春花、山先歩武、片山誠一 |
| 2. 発表標題 GADPH as a putative fibronectin-receptor on Clostridium perfringens |
| 3. 学会等名 第89回日本細菌学会総会 |
| 4. 発表年 2016年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 青野りよ、藤本佳那子、松永 望、玉井栄治、片山誠一、檀本泰雄 |
| 2. 発表標題 Autolysin and GAPDH as the functioning fibronectin-receptors on the Clostridium perfringens cell surface |
| 3. 学会等名 第92回日本細菌学会総会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 片山誠一、河相朋美、松永 望、甲元果歩留、成谷宏文、島本 整、檀本泰雄 |
| 2. 発表標題 ウェルシュ菌のペプチドグリカン層に見出されたフィブロネクチン結合タンパク質FbpC、FbpDの機能 |
| 3. 学会等名 第92回日本細菌学会総会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Yasuo Hitsumoto, Kanako Fujimoto, Riyo Aono, Nozomu Matsunaga, Eiji Tamai, Sanae Kato, Seiichi Katayama |
| 2. 発表標題 Autolysin and GAPDH as the functional fibronectin-binding proteins on the Clostridium perfringens cell surface |
| 3. 学会等名 11th International Conference on the Molecular Biology and Pathogenesis of the Clostridia (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Seiichi Katayama, Riyo Aono, Sanae Kato, Kaoru Komoto, Ayumu Yamasaki, Hirofumi Nariya, Nozomu Matsunaga, Yasuo Hitsumoto |
| 2. 発表標題 Functional analyses of the cell wall-associated fibronectin-binding proteins, FbpC and FbpD, in Clostridium perfringens |
| 3. 学会等名 11th International Conference on the Molecular Biology and Pathogenesis of the Clostridia (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 青野りよ、松永 望、玉井栄治、成谷宏文、島本 整、檀本泰雄、片山誠一 |
| 2. 発表標題 Clostridium perfringens菌体表層のglyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase (GAPDH)とオートリシンの結合解析 |
| 3. 学会等名 第72回日本細菌学会中国・四国支部総会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 江見尚悟、青野りよ、河相朋美、松永 望、玉井栄治、成谷宏文、島本 整、檀本泰雄、片山誠一 |
| 2. 発表標題 ウェルシュ菌の菌体表層に存在するフィブロネクチン (Fn) 結合タンパク質 (FbpC, FbpD) と溶菌酵素オートリシンの機能解析 |
| 3. 学会等名 第72回日本細菌学会中国・四国支部総会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 江見尚悟、青野りよ、河相朋美、松永 望、玉井栄治、成谷宏文、島本整、檀本泰雄、片山誠一 |
| 2. 発表標題 ウェルシュ菌のフィブロネクチン結合タンパク質(FbpC, FbpD)と溶菌酵素オートリシンの機能 |
| 3. 学会等名 第30回生物試料分析科学会年次学術集会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 青野りよ、松永 望、玉井栄治、片山誠一、檀本泰雄 |
| 2. 発表標題 Clostridium perfringens由来オートリシンとGAPDHの結合 |
| 3. 学会等名 第30回生物試料分析科学会年次学術集会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 片山誠一、江見尚悟、青野りよ、河相朋美、松永 望、玉井栄治、成谷宏文、島本 整、檀本泰雄 |
| 2. 発表標題 ウェルシュ菌のフィブロネクチン結合タンパク質FbpC, FbpDと溶菌酵素オートリシンの機能解析 |
| 3. 学会等名 第93回日本細菌学会総会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 青野りよ、松永 望、玉井栄治、片山誠一、檀本泰雄 |
| 2. 発表標題 ペプチドグリカン上でのウェルシュ菌由来GAPDHとオートリシンの結合 |
| 3. 学会等名 第93回日本細菌学会総会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 渡嘉敷尚之、山崎 勤、片山誠一、檀本泰雄 |
| 2. 発表標題 BSAに結合するClostridium perfringens由来fibronectin(Fn)-binding Protein A (FbpA) |
| 3. 学会等名 第10回生物試料分析科学会中国四国支部学術集会 |
| 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 |
|---------------|--|--------------------------------------|----|
| 研究 分担 者 | 檀本 泰雄 (Hitsumoto Yasuo) (90136333) | 岡山理科大学・理学部・教授 (35302) | |