

令和 5 年 6 月 20 日現在

機関番号：24405

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K12496

研究課題名（和文）量子ビームの優れた殺菌特性を生かした複合殺菌法の開発と損傷菌の高効率殺滅への応用

研究課題名（英文）Development of combined decontamination methods utilizing superior cell-killing property of quantum beams and application to efficient treatment of injured microorganisms

研究代表者

古田 雅一（Furuta, Masakazu）

大阪公立大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：40181458

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：枯草菌芽胞の発芽・増殖過程に対し、ガンマ線照射と加熱、UV照射、香辛料の精油成分、Carvacrol、Thymolによる影響を評価した。精油成分は発芽、栄養増殖過程を共に抑制し、thymolはcarvacrolよりも低濃度で効果を発揮した。加熱の場合、発芽活性化が生じ、L-alanine発芽系とAGFK発芽系で温度依存性が異なること、ガンマ線の発芽系に対する損傷は軽微であった。過酢酸処理とガンマ線照射とは異なり、スポアコートの有無、及びSH基の存在、紫外線照射においては芽胞のDNA損傷に加えて発芽に関わるタンパク質の変性が殺菌効果に寄与していることが強く示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

食品の成分や食味の変化を最小限に抑え、より良い品質を保つための殺菌法はハードルテクノロジー理論に基づいた複合殺菌の開発が不可欠であり、その中で量子ビーム殺菌の利点が最大限に生かせる最適条件の確立が求められる。本研究の成果は、食品産業の製造現場の微生物制御の標的として最も重要視されている細菌芽胞を対象として得られたものであり、これらは従来の殺滅菌研究において検討されてこなかった申請者独自の実験系を含んで降り、HACCP管理に適した効果の高い殺滅菌システムの構築に繋がる発展が期待される。

研究成果の概要（英文）：We evaluated the effects of gamma irradiation, heat treatment, UV irradiation, and essential oil components (Carvacrol and Thymol) on the germination and vegetative growth process of *Bacillus subtilis* spores. The essential oil components inhibited both germination and nutrient proliferation processes, with thymol exhibiting a stronger effect at lower concentrations compared to carvacrol. In the case of heat treatment, germination activation occurred, and the temperature dependence differed between the L-alanine germination system and the AGFK germination system. Damage to the germination system caused by gamma irradiation was minimal. On the other hand, Peracetic acid effects to affect the germination process of the spore was affected by the presence of the spore coat and SH groups within the spore coat. Killing effect of UV irradiation was attributed to not only DNA damage in spores but also denaturation of proteins involved in germination.

研究分野：微生物制御工学

キーワード：殺菌 放射線 UV 加熱 精油 枯草菌 芽胞 発芽

1. 研究開始当初の背景

^{60}Co ガンマ線、電子線など量子ビームを用いた医療用具の放射線滅菌は、わが国においても順調に発展し、平成 17 年の調査においてすでに 1,700 億円の経済規模に達している。さらに近年では香辛料、ハーブ類などを中心に食品の殺菌への放射線照射の利用がアジア、太平洋地域の国々を中心に著しい伸びを見せている (Kume, T., Furuta, M., et al., *RADIOISOTOPES*, 58(1), 25-35, 2009)。我が国においても食品容器、キャップ類などへの放射線滅菌の利用が進み、さらに最近では放射線管理が不要な低エネルギーの電子線のペットボトル無菌充填包装システムへの利用など食品製造工程における種々の殺滅菌プロセスに量子ビームの利用が実用化されている (古田、他、*FFI J.* Vol. 221, No. 4, 297-300 (2016))。

現在、国際的には大規模食品製造における衛生管理においては HACCP(危害分析重要管理点)システムが適用されつつある。本システムは原材料の取得から始まって前処理や加工、流通、消費に至るフードチェーン全体における微生物管理を徹底することによってその安全性・健全性を担保しようとするもので、ISO(国際標準機構)による基準が制定されるなどグローバル化が進んでいる。我が国においても 2020 年の施行を目指し、食品製造業者全般を対象とした HACCP の制度化の準備が関係省庁によって進められている。

HACCP を確立するためには製造者が自身の食品製造ラインにおいて微生物汚染の検出、定量 (Hazard Analysis(危害分析)) し、製造工程のどの部分に殺滅菌が必要か、(Critical Control Point (重要管理点)) を定める必要がある。また定めたシステムが正しく機能しているかどうかを定期的に検証し、記録することが求められている。しかし製造現場においては種々の殺菌法に対して極めて高い抵抗性を持つ細菌芽胞の制御法が確立しておらず、また通常の検査法では検出されない仮死状態にあるとされる損傷菌の発生も重大な問題となっている。これらの損傷菌の発生機構に基づいた包括的な制御法はいまだ確立しておらず、個々の事業者が容易に管理可能な HACCP を正しく機能させるには至っていない。これらの問題が顕在化した原因の一つには味・香りなど消費者の嗜好がより天然に近い品質重視の傾向が挙げられる。これに対応するため、製造者はよりマイルドな殺菌処理条件を採用せざるを得ず、既存の殺菌技術では細菌芽胞の殺滅が保証できず、亜致死状態にあると考えられる損傷菌が発生しやすい現状にある (土戸、日食工誌, 65(2), 67-72 (2018))。

申請者らは、昨年度に終了した科研費研究助成採択課題 (基盤研究 C (一般): *Bacillus* 属細菌胞子の発芽・増殖過程の劣化を指標とした損傷菌生成機構の解析 (H28 ~ H30)) において、*Bacillus subtilis* 芽胞の発育パターンから、加熱により発芽過程が阻害されるのに対し、ガンマ線照射では発芽過程は影響を受けず、発芽後増殖の過程に遅延が生じることを明らかにした。さらに DiVSaI 法によりこのパターンを寒天平板培養により得られた生残率と比較解析することにより (Tsuchido, *Biocontrol Sci.*, 22(2), 131-135 (2017))、ガンマ線照射の方が損傷菌の出現が抑えられることも見出した (Futenma et al., *Biomicroworld*

2017)。以上の知見はガンマ線,電子線や紫外線などの量子ビームの利用が HACCP に従った衛生管理システムの方法論の確立に極めて有利であることを強く示唆するものであり、さらに複数の殺菌処理を品質劣化が抑えられる条件で組み合わせるハードルテクノロジー構築に量子ビームを利用した殺菌法が損傷菌を防ぐ有利な殺滅菌法として産業界での利用促進が期待される。従って本研究における学術的「問い」は以下となる。

・ガンマ線による芽胞の殺菌過程でなぜ芽胞の発芽が影響されず、損傷菌の発生が抑えられるのか、このことが損傷菌発生の防止にどのように関わるのか？

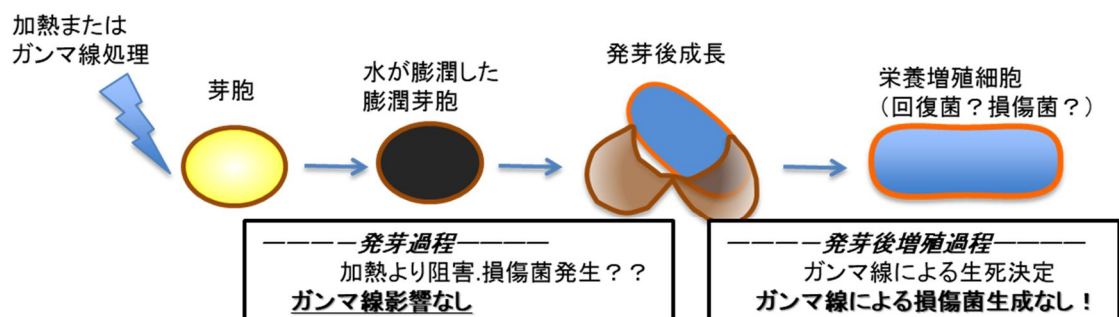
・ハードルテクノロジー構築において量子ビーム殺菌のメリットを生かすための最適条件は何か？ 香辛料天然抗菌成分など他の殺菌法との相乗効果をもたらすための必要条件は？

2. 研究の目的

以上の学術的「問」に従い、以下を研究の目的とした。実際には *Bacillus subtilis* の芽胞をモデルとし、複合殺菌としては食品製造過程で用いられてきた加熱殺菌などの物理的殺菌法や抗菌の目的で食品に添加される香辛料の抗菌性精油成分の組み合わせを想定し、申請者が取り組んできた濁度変化を指標とした液体培地中での殺菌処理芽胞の回復増殖過程のモニタリングと損傷菌発生量の評価法 (DivSal 法) (Tsuchido, *Biocontrol Sci.*, 22(2), 131-135 (2017)) を駆使し、さらに発芽及び発芽後増殖時の細胞の障害及び修復について蛍光色素による芽胞や発芽後の染色、パルスフィールドゲル電気泳動、GFP 融合タンパク質生産株を用いた細胞内のタンパク質損傷の解析につなげる。得られた結果から複合殺菌における量子ビーム殺菌の利点が最大限に生かせる最適条件を得ることを目指す。これらは従来の殺滅菌研究において検討されてこなかった申請者独自の実験系となり、HACCP 管理に適した効果の高い殺滅菌システムの構築に繋がる創造性の高い結果が得られるものと期待した。

3. 研究の方法

上に示したように *Bacillus subtilis* 芽胞の発芽・増殖過程に対し、⁶⁰Co ガンマ線照射と加熱、紫外線照射、香辛料の主要な精油成分、Carvacrol、Thymol を適宜組み合わせで殺菌処理を行い、液体培養による濁度変化を指標としてガンマ線照射による芽胞の発育遅延におよぼす相乗効果の有無を調べ、DivSal 法によりガンマ線照射による損傷菌の殺菌効果を



学術的「問い」: 発芽過程にガンマ線はなぜ影響しないか? 損傷菌の出現が抑えられるのはなぜか?
本研究の「目的」: 発芽過程と発芽後増殖過程におけるDNA修復、染色法による細胞損傷の解析、
ガンマ線殺菌のメリットを生かす複合殺菌法の開発

評価した。また培養中の芽胞を経時的に採取し、蛍光色素染色 (Propidium iodide:細胞損傷評価 FDA:発芽胞子の生理活性の指標、MitoTracker Green:細胞膜染色による細胞分裂評価。など)、顕微鏡観察により芽胞の発芽増殖過程を観察した。同時に電気泳動により DNA 切断と修復の時間変化のモニターを試みた。

本研究は、放射線照射に関する実験研究代表者と研究分担者が適宜分担して行うとともに大学院生 2 名、実験補助員 1 名が参画した。

4 . 研究成果

Bacillus subtilis 芽胞の発芽・増殖過程に対し、⁶⁰Co ガンマ線照射と加熱、紫外線照射、香辛料の主要な精油成分、Carvacrol、Thymol の添加に増殖曲線に生じる変化を液体培養による濁度変化を指標としたモニターした。*Bacillus subtilis* 168 株 (*trpC2*) の芽胞を Schaeffer 培地により調製し、0.1%TWEEN を含む 50 mM リン酸カリウム緩衝液(KPB)に懸濁し、大阪府立大学の放射線研究センターで ⁶⁰Co ガンマ線 (0~6 kGy) 照射した。その後 KPB で適切に希釈し、LB 寒天プレートでインキュベートし発生するコロニーをカウントする平板法によって生残芽胞数(CFU)を求め、液体 LB 培地に懸濁しマイクロプレートリーダーによって濁度の経時変化を追跡し、発育遅延解析法によって換算生存率(IV)を求めた。また、DiVSaL 法¹⁾によってこの二つの差分を比較することで損傷菌として検出した(S. Horikiri, *et al*, *Biocontrol Science* **25**, 131-138 (2020); 朝田良子 *et al.*, 化学と生物 **59**, 64-74 (2020); R. Asada *et al*, *Biocontrol Science* **27**, 169-177 (2022))。

B. subtilis 芽胞の発芽誘導剤、L-alanine、AGFK(L-asparagine, D-glucose, D-fructose, K⁺の混合物)と発芽レセプターとの結合過程に注目し、発芽欠損株を用いた香辛料の精油成分 carvacrol、thymol、capsaicin の発芽抑制効果の比較検討及び発芽に際して芽胞から放出されるジピコリン酸の定量的評価から、互いに構造異性体の関係にある carvacrol と thymol は発芽初期に濃度依存的に発芽を抑制し、thymol は carvacrol よりも低濃度で効果を発揮することを見出した(T. Sakai, *et al.*, *Journal of Microorganism Control* **28**(1), 3-13 (2023))。 *B. subtilis* 芽胞の加熱処理とガンマ線処理により、芽胞の発芽系に与える影響は異なり、加熱処理の場合、軽微な場合は発芽活性化が生じ、L-alanine 発芽系と AGFK 発芽系で温度依存性が異なること、殺菌レベルでの加熱処理では発芽過程は抑制される一方、ガンマ線照射芽胞においては発芽反応は抑制されないことからガンマ線は発芽反応の進行に関わる部位には損傷を与えないことが推察された。また発育遅延解析法によって換算生存率(IV)を求め。また、DiVSaL 法¹⁾による解析の結果、ガンマ線照射においては加熱と比べて損傷菌出現の割合は抑えられていることが示された(古田雅一、日本防菌防黴学会誌 **48**, 209-212 (2020); 朝田良子 *et al.*, 化学と生物 **59**, 64-74 (2020); R. Asada *et al*, *Biocontrol Science* **27**, 169-177 (2022))。

細菌芽胞の発育には、発芽、発芽後成長から栄養増殖に至る特徴的な増殖過程を液体培養時の濁度のモニタリングにより検出確認することができるため、殺菌処理が芽胞の発育の

それぞれの過程にどのように影響するかを検討した。加熱処理と Carvacrol、または thymol の共存については、加熱処理そのものは発芽過程を最も強く抑制し、Carvacrol、thymol は発芽とともに栄養増殖過程を抑制することを見出した。一方、ガンマ線は芽胞の発芽に対し抑制効果がなく、発芽後成長と栄養増殖に関しては、ガンマ線による抑制効果が確認でき、特に栄養増殖は低線量でも顕著な効果が見出された (T. Sakai, *et al.*, *Journal of Microorganism Control* **28**(1), 3-13 (2023))。さらに過酢酸処理とガンマ線照射による内膜やその内膜に多くが存在する発芽システムへの影響、また、スポアコートの各殺菌処理に対する防護機能についても検討した。スポアコート・発芽関連遺伝子の欠損株を用いて詳細に検討したところ、ガンマ線についてはスポアコートの有無、発芽システムには直接的影響を与えず、過酢酸はスポアコートの有無が殺菌効果に影響し、スポアコートに存在する SH 基との相互作用により、過酢酸の殺菌からの防御に役割を果たしていることが示唆された ([学会発表] 9)。ガンマ線はゲノム DNA に対し直接・間接的に作用することで切断し、芽胞の発芽後成長では DNA の修復が行われること、栄養増殖では DNA の合成が行われることから、DNA 修復の欠損株から芽胞を調製し、ガンマ線照射芽胞から DNA を抽出しアガロースゲル電気泳動により DNA の二本鎖切断と修復を示唆する結果が得られた ([学会発表] 11, 8)。さらに高線量の紫外線照射においては芽胞の DNA 損傷に加えて発芽に関わるタンパク質の変性が生じ、殺菌効果に寄与していることが強く示唆された (R. Kuwana *et al.*, *Journal of Microorganism Control in press*)。さらにゲノム損傷が細胞致死の原因であるガンマ線と紫外線 (UV-C) との併用処理においても相乗効果の可能性が見出され、今後のより詳細な検討が待たれる。

(参考文献)

1) Tsuchido, T. (2017) A novel double subculture method and its theory for the enumeration of injured cells in stressed microbial population. *Biocontrol Sci.*, **22**, 131-135.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 R. Asada, JJ. Sakamoto, M. Furuta, T. Tsuchido,	4. 巻 27
2. 論文標題 Theoretical base for the application of the DiVSaL method to bacterial spores to evaluate injured populations occurring after exposure to lethal stress	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Biocontrol Science	6. 最初と最後の頁 169-177
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 R. Asada, JJ. Sakamoto, M. Furuta, T. Tsuchido	4. 巻 27
2. 論文標題 Theoretical Base for the Application of the DiVSaL Method to Bacterial Spores to Evaluate Injured Populations Occurring After Exposure to Lethal stress	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Biocontrol Science	6. 最初と最後の頁 169-177
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 R. Kwana, Y. Yamazawa, R. Asada, K. Ito, M. Furuta, H. Takamatsu	4. 巻 28
2. 論文標題 Excessive Ultraviolet C Irradiation Causes Spore Protein Denaturation and Prohibits The Initiation of Spore Germination in Bacillus subtilis	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Microorganism Control	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） 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 S.Horikiri, M.Furuta, T.Tsuchido	4. 巻 25
2. 論文標題 A modified double subculture method for the two-mode injuries evaluation in a stressed fungal spore population	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biocontrol Science	6. 最初と最後の頁 131-138
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.4265/bio.25.131	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 古田雅一	4. 巻 48
2. 論文標題 損傷菌[13]紫外線・放射線損傷菌	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本防菌防黴学会誌	6. 最初と最後の頁 209-212
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 朝田良子, 坂元 仁, 古田雅一, 土戸哲明	4. 巻 59
2. 論文標題 生死の間をさまよう損傷菌 - その微生物学と動態評価 - 新HACCP時代における食品殺菌のダークマター? -	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 化学と生物	6. 最初と最後の頁 64-74
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 R. Asada, JJ. Sakamoto, M. Furuta, T. Tsuchido	4. 巻 27
2. 論文標題 Theoretical base for the application of the DiVSaL method to bacterial spores to evaluate injured populations occurring after exposure to lethal stress	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Biocontrol Science	6. 最初と最後の頁 169-177
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 T. Sakai, JJ. Sakamoto, R. Asada, M. Furuta, T. Tsuchido	4. 巻 28
2. 論文標題 Different patterns of germination inhibition by carvacrol and thymol in Bacillus subtilis spores	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Microorganism Control	6. 最初と最後の頁 3-13
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 R. Kuwana, R. Yamazawa, K. Ito, R. Asada, M. Furuta, H. Takamatsu	4. 巻 -
2. 論文標題 Excessive ultraviolet C irradiation causes spore protein denaturation and prohibits the initiation of spore germination in <i>Bacillus subtilis</i>	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Microorganism Control	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) 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 -

〔学会発表〕 計13件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 朝田良子, 傳大輝, 堀切茂俊, 秋吉優史, 坂元仁, 土戸哲明, 古田雅一
2. 発表標題 UV-Cおよびガンマ線処理による損傷芽胞の発生とその動態解析
3. 学会等名 日本防菌防黴学会第49回年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 平河桃香, 朝田良子, 坂元仁, 土戸哲明, 古田雅一
2. 発表標題 ガンマ線照射した枯草菌芽胞における個別発育過程の感受性解析
3. 学会等名 日本防菌防黴学会第49回年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岡本陽太, 古田雅一, 秋吉優史
2. 発表標題 化学線量計による紫外線照度評価法の高度化
3. 学会等名 日本防菌防黴学会第49回年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 福田一輝, 坂元仁, 朝田良子, 佐野義哉, 茂田 誠, 池田卓司, 古田雅一, 土戸哲明
2. 発表標題 過酢酸製剤処理による枯草菌損傷芽胞の発生と評価
3. 学会等名 日本防菌防黴学会第49回年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 古田雅一, 朝田良子, 辰本浩司, 傳大輝, NHP Uyen, 坂元仁, 土戸哲明, 佐藤勝也, 大野豊
2. 発表標題 イオンビーム照射枯草菌芽胞の発育抑制と損傷菌評価
3. 学会等名 QST高崎サイエンスフェスタ2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 R. Asada, S. Horikiri, H. Den, J.J. Sakamoto, T. Tsuchido, M. Furuta
2. 発表標題 Analysis of injury and growth behaviors of stressed Bacillus subtilis spores by the double subculture method.
3. 学会等名 14th Vietnam Conference on Nuclear Science and Technology (オンライン開催, DaLat City, Lam Dong, Vietnam, December, 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 古田雅一, 土戸哲明, 坂元仁, 朝田良子, Khanh C. Vo, 辰本浩司, 福田一輝
2. 発表標題 食品有害菌を自死させる殺菌法とその応用 - マイルドで安全な新しい概念の食品殺菌技術 -
3. 学会等名 FOOMA JAPAN 2021 (国際食品工業展) 2021 International Food Machinery & Technology Exhibition (愛知スカイエクスポ Aichi Sky Expo (愛知県国際展示場2021年6月1~4日))
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 福田一輝、朝田 良子、坂元仁、土戸哲明、古田雅一
2. 発表標題 過酢酸作用における枯草菌芽胞のスポアコートの役割と発芽能損傷
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度大会 (京都 オンライン開催 2022年3月15-18)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岡田太地、朝田良子、坂元仁、土戸哲明、古田雅一
2. 発表標題 枯草菌の加熱損傷芽胞の発育過程におけるThymolの抑制作用の解析
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 朝田 良子、堀切 茂俊、秋吉 優史、坂元 仁、土戸 哲明、古田 雅一
2. 発表標題 UV-C処理芽胞の発育動態解析に基づく損傷評価
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 坂元 仁、朝田 良子、古田 雅一、土戸 哲明
2. 発表標題 枯草菌の発芽レセプター損傷芽胞の解析
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 K.Vo, R.Asada, J.J.Sakamoto, T.Tsuchido, M.Furuta
2. 発表標題 The Evaluation of Secondary Injury in Heated Escherichia Coli Cells by Different Enumeration Methods
3. 学会等名 日本農芸化学会 2021年度大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 傳 大輝,辰本 浩司,普天間 章,前田 伸彦,朝田 良子,坂元 仁,土戸 哲明,古田 雅一,佐藤 勝也 ,大野 豊
2. 発表標題 放射線照射枯草菌芽胞の増殖曲線の解析による損傷と発育抑制評価
3. 学会等名 QST高崎サイエンスフェスタ2020
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 古田雅一、朝田良子、坂元仁、土戸哲明	4. 発行年 2020年
2. 出版社 株式会社シーエムシー出版	5. 総ページ数 331
3. 書名 食品製造・検査における芽胞・損傷菌とその検出・制御技術	

1. 著者名 古田雅一	4. 発行年 2020年
2. 出版社 株式会社シーエムシー出版	5. 総ページ数 353
3. 書名 スパイス・ハーブの機能と応用 (第16章 放射線照射による香辛料の殺菌)	

〔産業財産権〕

〔その他〕

古田雅一研究室 量子線化学生物学研究グループ 大阪府立大学大学院工学研究科量子放射線系専攻
<http://www.riast.osakafu-u.ac.jp/~qbc/qbc-fs2.html>
 微生物制御研究センター 大阪府立大学研究推進機構 21世紀科学研究センター
<http://www.riast.osakafu-u.ac.jp/~qbc/qbc-fs19.html>

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	朝田 良子 (Asada Ryoko) (60546349)	大阪公立大学・大学院工学研究科 ・助教 (24405)	
研究分担者	土戸 哲明 (Tsuchido Tetsuaki) (50029295)	大阪公立大学・研究推進機構 ・客員教授 (24405)	
研究分担者	坂元 仁 (Sakamoto Jin) (40570560)	大阪公立大学・研究推進機構 ・客員研究員 (24405)	
研究分担者	高松 宏治 (Takamatsu Hiromu) (70272151)	摂南大学・薬学部・教授 (34428)	
研究分担者	桑名 利津子 (Kuwana Ritsuko) (50330361)	摂南大学・薬学部・講師 (34428)	

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0件

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