

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 11 日現在

機関番号：13901

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K18616

研究課題名（和文）感染症拡大抑制に資する低温プラズマ及びプラズマ活性溶液の開発

研究課題名（英文）Development of Low-Temperature Plasma and Plasma-Activated Solutions
Contributing to the Suppression of Infectious Disease Spread

研究代表者

田中 宏昌（Tanaka, Hiromasa）

名古屋大学・低温プラズマ科学研究センター・教授

研究者番号：00508129

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 5,000,000円

研究成果の概要（和文）：BSL2で取り扱いが可能なヒトコロナウイルスOC43の実験系を立ち上げた。低温プラズマと液面との照射距離の短いStrong PALと照射距離の長いMild PALを作製し比較したところ、Mild PALで、より大きな殺傷効果を示すことが分かった。受託解析によりMild PALの豚コロナウイルス（PVDE）に対する不活化能と新型コロナウイルスSARS-Cov2デルタ株に対する不活化能を調べたところ、これらのウイルスに対してもMild PALはコントロールに比べ十分な不活化能を持つことが分かった。以上の結果からPALが新型コロナウイルスなどのコロナウイルスに対して不活化能を示すことが証明された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

プラズマ活性乳酸リンゲル液（PAL）によるウイルスの不活化効果を確認できたことは学術的に意義深い。また、2020年1月30日にWHOが新型コロナウイルス感染症についてパンデミックを宣言して以来2023年5月8日に新型コロナウイルス感染症が五類へ移行するまでの約3年間社会課題となったが、PALによる新型コロナウイルスSARS-Cov2デルタ株に対する不活化能を示せたことは社会的にも意義深い。

研究成果の概要（英文）：We established an experimental system for human coronavirus OC43, which can be handled at BSL-2. We compared Strong PAL with a shorter irradiation distance to the liquid surface and Mild PAL with a longer irradiation distance, and found that Mild PAL exhibited a greater killing effect. We further investigated the inactivation ability of Mild PAL against porcine coronavirus (PVDE) and the Delta variant of the novel coronavirus SARS-CoV-2. The results showed that Mild PAL had sufficient inactivation ability against these viruses compared to the control. From these findings, it was demonstrated that PAL has inactivation ability against coronaviruses such as the novel coronavirus.

研究分野：プラズマ生命科学

キーワード：低温プラズマ 新型コロナウイルス

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

固体、液体、気体に続く第4の物質の状態として知られる電離気体あるいはプラズマは、オーロラや雷などの自然現象に見られるが、アーク溶接や半導体の微細加工など、物質の加工技術として産業応用においても重要な役割を果たしてきた。更に、近年、低温でプラズマを発生する技術が進歩したことにより、生命科学への応用が盛んに行われている。これまでに殺菌・消毒に加え、創傷治癒、止血、がん治療のような医療応用や種子へのプラズマ照射による収穫量増大など農業応用など活発な研究が進められている。更には低温プラズマによる遺伝子導入研究など分子生物学の根幹を支える技術としても低温プラズマ技術は期待されている。

2. 研究の目的

このような背景の元、応募者はこれまでに低温プラズマを照射した溶液(これをプラズマ活性溶液と名付けた)による抗腫瘍効果を発見し、様々なプラズマ活性溶液を開発し、様々な細胞への応答を研究してきた。その結果、プラズマ活性溶液中に生成される成分や細胞の持つ遺伝学的特性により、様々な分子機構により細胞死等の応答を示すことが明らかになってきた。本研究では、低温プラズマやプラズマ活性溶液によりコロナウイルスを不活化し、その分子機構を解明することにより感染症拡大に資する低温プラズマ及びプラズマ活性溶液の開発を目指す。

3. 研究の方法

2020年2月3日に武漢ウイルス研究所などがSARS-CoV2ゲノムの構造を次世代シーケンサーにより解析し、約30kb、11遺伝子からなるプラス鎖の一本鎖

RNAウイルスでエンベロープウイルスであることを明らかにした(Zhou et al., Nature, 2020, 図1(A))。ヒトコロナウイルスはパイオセーフティーレベル3あるいは4に相当するものであり、我々の設備ではすぐに扱うことが可能ではないため、(約28kb、7遺伝子からなる)豚コロナウイルス(PEDV)に対して、低温プラズマやプラズマ活性溶液による不活化試験を行う。予備的な結果を得るために、プラズマ活性溶液を食環境衛生研究所に送り、豚コロナウイルス不活化試験を委託した。ヒトコロナウイルス(SARS-CoV2)も豚コロナウイルス(PEDV)もプラス鎖の一本鎖RNAウイルスであり、S(Spike)タンパク、E(Envelope)タンパク、M(Membrane)タンパクからなるエンベロープウイルスであり、基本的な構造は一致している。まずは豚コロナウイルスを不活化するプラズマ活性溶液の条件や低温プラズマの照射条件を明らかにする。またコロナウイルスのみならず、遺伝子導入などにも用いられているレンチウイルス(マイナス鎖の一本鎖RNAウイルス、エンベロープウイルス)に対する低温プラズマやプラズマ活性溶液の不活化試験を行う。

4. 研究成果

ベルリサーチセンター小屋博士と共同で、BSL2で取り扱いが可能なヒトコロナウイルスOC43の実験系を立ち上げた。宿主細胞としてはVero細胞を用い、プラークアッセイによりOC43の感染能を評価する実験系を立ち上げた。様々な条件でプラズマ活性乳酸リンゲル液(PAL)を作製し、コントロールである乳酸リンゲル液に対するコロナウイルス不活化能を調べた。感作時間として、15分と60分を試したが、15分の感作時間でもPALのコロナウイルス不活化能が確認された。低温プラズマと液面との照射距離の短い「Strong PAL」と照射距離の長い「Mild PAL」を作製し比較したところ、Strong PALの原液は宿主細胞に対して毒性を示すのに対し、16倍希釈のPALは宿主細胞にはダメージを与えず、コロナウイルス不活化能を示した。更にMild PALでは、16倍希釈のStrong PALよりも過酸化水素濃度は低いにも関わらず、大きな殺傷効果を示すことが分かった。以上の結果を元に、受託解析によりMild PALの豚コロナウイルス(PVDE)に対する不活化能と新型コロナウイルスSARS-Cov2デルタ株に対する不活化能を調べたところ、

これらのウイルスに対しても Mild PAL はコントロールに比べ十分な不活化能を持つことが分かった。以上の結果から PAL が新型コロナウイルスなどのコロナウイルスに対して不活化能を示すことが証明された。

更に、ペンタイプのプラズマ装置の実験系を立ち上げたり、PAL の成分に関する知見を深めるための基礎的な実験を進めた。ペンタイプのプラズマ装置を使い、照射時間や照射距離を変えながら PAL を作製し、pH や過酸化水素濃度、亜硝酸イオン濃度を計測し、どのようなパラメーターセットでどのような条件

の PAL が作製できるかの基礎的なデータを収集した。また、PAL の成分解析の一環として、ESR、NMR、GC-MS、LC-MS を駆使して、これまでに PAL の成分として同定されたピルビン酸、酢酸、ギ酸、グリオキシル酸、2,3-ジメチル酒石酸の反応生成メカニズムを明らかにし、Plasma Processes and Polymers に論文公表した。更に、完全密閉プラズマ活性溶液作製装置を用い、アルゴン雰囲気下で、フィードガスとしてアルゴンガス 100%、アルゴンガス 90%+酸素ガス 10%、アルゴンガス 90%+窒素ガス 10%、アルゴンガス 80%+酸素ガス 10%+窒素ガス 10%の酸素の条件下で PAL を作製し、pH や過酸化水素濃度、亜硝酸イオン濃度を計測し、成分がどのように変化するのかの解析を進めた。

また、名城大学と共同でトリプトファンを含む培養液中の大腸菌に酸素ラジカルを直接照射することにより、大腸菌が殺菌されることを見出し、酸素ラジカルを照射したトリプトファン溶液(間接照射)ではそのような効果が見られないことから、酸素ラジカル照射により生成された短寿命活性物質を原因物質として考えていたが、更に ESR によりトリプトファンラジカルが計測されたことから、短寿命のトリプトファンラジカルがその有力候補であると考えた。更にメタボローム解析を行い、解糖系が抑制されていることを見出し、解糖系における中間生成物の合成を触媒する酵素である GAPDH の活性を調べたところ、トリプトファンを含む培養液中で酸素ラジカル照射した大腸菌では GAPDH の活性が低下していることが確認された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計24件（うち査読付論文 23件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Ito Daiki, Iwata Naoyuki, Ishikawa Kenji, Nakamura Kae, Hashizume Hiroshi, Miron Camelia, Tanaka Hiromasa, Kajiyama Hiroaki, Toyokuni Shinya, Mizuno Masaaki, Hori Masaru	4. 巻 15
2. 論文標題 Cytotoxicity of plasma-irradiated lactate solution produced under atmospheric airtight conditions and generation of the methyl amino group	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Applied Physics Express	6. 最初と最後の頁 056001 ~ 056001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1882-0786/ac6360	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 Ono Koki, Koide Takashi, Ishikawa Kenji, Tanaka Hiromasa, Kondo Hiroki, Sugawara-Narutaki Ayae, Jin Yong, Yasuhara Shigeo, Hori Masaru, Takeuchi Wakana	4. 巻 62
2. 論文標題 Biocompatibility of conformal silicon carbide on carbon nanowall scaffolds	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 SA1017 ~ SA1017
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/ac9319	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 Sakamoto Yoshihiro, Tsutsumi Takayoshi, Tanaka Hiromasa, Ishikawa Kenji, Hashizume Hiroshi, Hori Masaru	4. 巻 12
2. 論文標題 Indoor Floor Heel Mark Removal Using Spark Discharges and Pressurized Airflow	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Coatings	6. 最初と最後の頁 1938 ~ 1938
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/coatings12121938	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 Okazaki Yasumasa, Ito Nanami, Tanaka Hiromasa, Hori Masaru, Toyokuni Shinya	4. 巻 56
2. 論文標題 Non-thermal plasma elicits ferrous chloride-catalyzed DMPD-OH	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Free Radical Research	6. 最初と最後の頁 595 ~ 606
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/10715762.2022.2157272	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 Sakai Ryusei, Kondo Hiroki, Ishikawa Kenji, Ohta Takayuki, Hiramatsu Mineo, Tanaka Hiromasa, Hori Masaru	4. 巻 13
2. 論文標題 Effects of High-Quality Carbon Nanowalls Ionization-Assisting Substrates on Surface-Assisted Laser Desorption/Ionization Mass Spectrometry Performance	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nanomaterials	6. 最初と最後の頁 63 ~ 63
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/nano13010063	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 Liu Yang, Nakatsu Yoshimichi, Tanaka Hiromasa, Koga Kazunori, Ishikawa Kenji, Shiratani Masaharu, Hori Masaru	4. 巻 45
2. 論文標題 Effects of plasma-activated Ringer 's lactate solution on cancer cells: evaluation of genotoxicity	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Genes and Environment	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) 10.1186/s41021-023-00260-x	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 Liu Yang, Ishikawa Kenji, Tanaka Hiromasa, Miron Camelia, Kondo Takashi, Nakamura Kae, Mizuno Masaaki, Kajiyama Hiroaki, Toyokuni Shinya, Hori Masaru	4. 巻 20
2. 論文標題 Organic decomposition and synthesis reactions in lactated solution exposed to nonequilibrium atmospheric pressure plasma	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Plasma Processes and Polymers	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) 10.1002/ppap.202200193	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 Tanaka Hiromasa, Mizuno Masaaki, Ishikawa Kenji, Miron Camelia, Okazaki Yasumasa, Toyokuni Shinya, Nakamura Kae, Kajiyama Hiroaki, Hori Masaru	4. 巻 57
2. 論文標題 Plasma activated Ringer 's lactate solution	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Free Radical Research	6. 最初と最後の頁 14 ~ 20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/10715762.2023.2182663	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 Sato Kotaro, Fujii Kouki, Tanaka Hiromasa, Hori Masaru, Hibi Hideharu, Toyokuni Shinya	4. 巻 57
2. 論文標題 Exposure of low-temperature plasma after vaccination in tongue promotes systemic IgM induction against spike protein of SARS-CoV-2	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Free Radical Research	6. 最初と最後の頁 30 ~ 37
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/10715762.2023.2190486	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 Tanaka Hiromasa, Iwata Daijiro, Shibata Yuki, Hase Tetsunari, Onoshima Daisuke, Yogo Naoyuki, Shibata Hirofumi, Sato Mitsuo, Ishikawa Kenji, Nagasawa Ikuo, Hasegawa Yoshinori, Ishii Makoto, Baba Yoshinobu, Hori Masaru	4. 巻 13
2. 論文標題 High-performance glass filters for capturing and culturing circulating tumor cells and cancer-associated fibroblasts	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Scientific Reports	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) 10.1038/s41598-023-31265-9	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 近藤隆、橋爪博司、田中宏昌、石川健治、堀勝	4. 巻 74(2)
2. 論文標題 低温大気圧プラズマによるフリーラジカル生成とその生物学的意義-放射線との比較-	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 化学工業	6. 最初と最後の頁 120-126
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 Eto Ko, Ishinada Chiaki, Suemoto Takuya, Hyakutake Keiichiro, Tanaka Hiromasa, Hori Masaru	4. 巻 338
2. 論文標題 A novel and distinctive mode of cell death revealed by using non-thermal atmospheric pressure plasma: The involvements of reactive oxygen species and the translation inhibitor Pdcd4	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemico-Biological Interactions	6. 最初と最後の頁 109403 ~ 109403
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cbi.2021.109403	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 Tanaka Hiromasa, Bekeschus Sander, Yan Dayun, Hori Masaru, Keidar Michael, Laroussi Mounir	4. 巻 13
2. 論文標題 Plasma-Treated Solutions (PTS) in Cancer Therapy	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Cancers	6. 最初と最後の頁 1737 ~ 1737
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cancers13071737	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 Liu Yang, Ishikawa Kenji, Miron Camelia, Hashizume Hiroshi, Tanaka Hiromasa, Hori Masaru	4. 巻 30
2. 論文標題 Hydrogen peroxide in lactate solutions irradiated by non-equilibrium atmospheric pressure plasma	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Plasma Sources Science and Technology	6. 最初と最後の頁 04LT03 ~ 04LT03
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6595/abbbd4	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 Yamato Masanori, Tamura Yasuhisa, Tanaka Hiromasa, Ishikawa Kenji, Ikehara Yuzuru, Hori Masaru, Kataoka Yosky	4. 巻 14
2. 論文標題 Brain cell proliferation in adult rats after irradiation with nonequilibrium atmospheric pressure plasma	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Physics Express	6. 最初と最後の頁 067002 ~ 067002
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1882-0786/ac03c1	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 Jiang Li, Zheng Hao, Lyu Qinying, Hayashi Shotaro, Sato Kotaro, Sekido Yoshitaka, Nakamura Kae, Tanaka Hiromasa, Ishikawa Kenji, Kajiyama Hiroaki, Mizuno Masaaki, Hori Masaru, Toyokuni Shinya	4. 巻 43
2. 論文標題 Lysosomal nitric oxide determines transition from autophagy to ferroptosis after exposure to plasma-activated Ringer's lactate	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Redox Biology	6. 最初と最後の頁 101989 ~ 101989
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.redox.2021.101989	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 Tanaka Hiromasa, Matsumura Shogo, Ishikawa Kenji, Hashizume Hiroshi, Ito Masafumi, Nakamura Kae, Kajiyama Hiroaki, Kikkawa Fumitaka, Ito Mikako, Ohno Kinji, Okazaki Yasumasa, Toyokuni Shinya, Mizuno Masaaki, Hori Masaru	4. 巻 61
2. 論文標題 Enhancement of ethanol production and cell growth in budding yeast by direct irradiation of low-temperature plasma	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 SA1007 ~ SA1007
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/ac2037	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 Tanaka Hiromasa, Hosoi Yugo, Ishikawa Kenji, Yoshitake Jun, Shibata Takahiro, Uchida Koji, Hashizume Hiroshi, Mizuno Masaaki, Okazaki Yasumasa, Toyokuni Shinya, Nakamura Kae, Kajiyama Hiroaki, Kikkawa Fumitaka, Hori Masaru	4. 巻 11
2. 論文標題 Low temperature plasma irradiation products of sodium lactate solution that induce cell death on U251SP glioblastoma cells were identified	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 18488
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-98020-w	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 Okazaki Yasumasa, Tanaka Hiromasa, Matsumoto Ken-Ichiro, Hori Masaru, Toyokuni Shinya	4. 巻 705
2. 論文標題 Non-thermal plasma-induced DMPO-OH yields hydrogen peroxide	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Archives of Biochemistry and Biophysics	6. 最初と最後の頁 108901 ~ 108901
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.abb.2021.108901	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 Tanaka Hiromasa, Maeda Shogo, Nakamura Kae, Hashizume Hiroshi, Ishikawa Kenji, Ito Mikako, Ohno Kinji, Mizuno Masaaki, Motooka Yashiro, Okazaki Yasumasa, Toyokuni Shinya, Kajiyama Hiroaki, Kikkawa Fumitaka, Hori Masaru	4. 巻 18
2. 論文標題 Plasma activated Ringer's lactate solution inhibits the cellular respiratory system in HeLa cells	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Plasma Processes and Polymers	6. 最初と最後の頁 2100056 ~ 2100056
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ppap.202100056	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 Mounir Laroussi, Sander Bekeschus, Michael Keidar, Annemie Bogaerts, Alexander Fridman, XinPei Lu, Kostya (Ken)Ostrikov, Masaru Hori,Hiromasa Tanaka, Dalwei Liu, Dayun Yan, and Maksudbek Yusupov	4. 巻 -
2. 論文標題 Low Temperature Plasma for Biology, Hygiene, and Medicine: Perspective and Roadmap	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Transaction on Radiation and Plasma Medical Sciences	6. 最初と最後の頁 27-157
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.48550/arXiv.2108.03158	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 Okazaki Yasumasa, Sasaki Kanako, Ito Nanami, Tanaka Hiromasa, Matsumoto Ken-Ichiro, Hori Masaru, Toyokuni Shinya	4. 巻 56
2. 論文標題 Tetrachloroaurate (III)-induced oxidation increases non-thermal plasma-induced oxidative stress	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Free Radical Research	6. 最初と最後の頁 17 ~ 27
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/10715762.2022.2026348	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 Ichikawa Tomonori, Ishikawa Kenji, Tanaka Hiromasa, Shimizu Naohiro, Hori Masaru	4. 巻 12
2. 論文標題 Scaffolds with isolated carbon nanowalls promote osteogenic differentiation through Runt-related transcription factor 2 and osteocalcin gene expression of osteoblast-like cells	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 AIP Advances	6. 最初と最後の頁 025216 ~ 025216
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0075530	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 Tanaka Hiromasa, Mizuno Masaaki, Ishikawa Kenji, Toyokuni Shinya, Kajiyama Hiroaki, Kikkawa Fumitaka, Hori Masaru	4. 巻 28
2. 論文標題 Cancer Treatments Using Low-Temperature Plasma	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Current Medicinal Chemistry	6. 最初と最後の頁 8549 ~ 8558
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2174/0929867328666210629121731	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40件(うち招待講演 5件/うち国際学会 30件)

1. 発表者名 Hiromasa Tanaka, Masaaki Mizuno, Kenji Ishikawa, Hiroshi Hashizume, Kae Nakamura, Hiroaki Kajiyama, Fumitaka Kikkawa, Yasumasa Okazaki, Shinya Toyokuni, Masaru Hori
2. 発表標題 Gene Expression Analysis of Plasma Activated Ringer 's Lactate Solution Treated Cells
3. 学会等名 MRS Spring Meetings & Exhibits (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hiromasa Tanaka, Masaaki Mizuno, Kenji Ishikawa, Camelia Miron, Hiroaki Kajiyama, Shinya Toyokuni, Masaru Hori
2. 発表標題 Molecular mechanisms of cell death by plasma-activated solutions in glioblastoma cells
3. 学会等名 9th International Conference on Plasma Medicine (ICPM9) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hiroaki Kajiyama, Kae Nakamura, Hiromasa Tanaka, Masaaki Mizuno, Kenji Ishikawa, Shinya Toyokuni, Masaru Hori
2. 発表標題 The aqueous plasma therapy for ovarian cancer ~Aiming for controlling disseminated peritoneal metastasis~
3. 学会等名 9th International Conference on Plasma Medicine (ICPM9) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Camelia Miron, Kenji Ishikawa, Hiroshi Hashizume, Hiromasa Tanaka, Hiroaki Kajiyama, Shinya Toyokuni, Masaaki Mizuno, Masaru Hori
2. 発表標題 Physicochemical Investigation of Plasma Activated Liquids Organically Engineered by Cold Atmospheric Pressure Plasma for Cancer Treatment
3. 学会等名 9th International Conference on Plasma Medicine (ICPM9) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名	Hiroshi Hashizume, Hidemi Kitano, Hiroko Mizuno, Akiko Abe, Kaoru Sanda, Genki Yuasa, Satoe Tohno, Hiromasa Tanaka, Kenji Ishikawa, Shogo Matsumoto, Hitoshi Sakakibara, Susumu Nikawa, Masayoshi Maeshima, Masaaki Mizuno, Masaru Hori
2. 発表標題	Effectiveness of Plasma Treatment for Various Rice Cultivation
3. 学会等名	9th International Conference on Plasma Medicine (ICPM9) (国際学会)
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	Kae Nakamura, Kazuya Sugiyama, Nobuhisa Yoshikawa, Masato Yoshihara, Tetsuya Matsukawa, Hiromasa Tanaka, Masaaki Mizuno, Shinya Toyokuni, Masaru Hori and Hiroaki Kajiyama
2. 発表標題	Immunostimulatory Effect of Plasma-Activated Solutions in the Intraperitoneal Environment of Ovarian Cancer
3. 学会等名	9th International Conference on Plasma Medicine (ICPM9) (国際学会)
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	Takumi Hashimoto, Hiroki Kondo, Hiromasa Tanaka, Kenji Ishikawa, Takayoshi Tsutsumi, Makoto Sekine, Takao Yasui, Yoshinobu Baba, Mineo Hiramatsu, Masaru Hori
2. 発表標題	Highly efficient exosome capture by carbon nanowalls template
3. 学会等名	11th International Conference on Reactive Plasmas/2022 Gaseous Electronics Conference (ICRP-11/GEC2022) (国際学会)
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	Hiromasa Tanaka, Masaaki Mizuno, Ayako Tanaka, Yuki Shibata, Kenji Ishikawa, Hiroki Kondo, Hiroshi Hashizume, Camelia Miron, Yasumasa Okazaki, Shinya Toyokuni, Kae Nakamura, Hiroaki Kajiyama, Fumitaka Kikkawa, Masaru Hori
2. 発表標題	Comprehensive analysis of gene expression in PAL-treated glioblastoma cells
3. 学会等名	11th International Conference on Reactive Plasmas/2022 Gaseous Electronics Conference (ICRP-11/GEC2022) (国際学会)
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	Hiroshi Hashizume, Hidemi Kitano, Hiroko Mizuno, Akiko Abe, Kaoru Sanda, Genki Yuasa, Satoe Tohno, Shih-Nan Hsiao, Hiromasa Tanaka, Kenji Ishikawa, Shogo Matsumoto, Hitoshi Sakakibara, Yoji Hirose, Masayoshi Maeshima, Masaaki Mizuno, Masaru Hori
2. 発表標題	Various approaches of cold plasma treatment to brewer's rice plant for improvement of grain quality
3. 学会等名	11th International Conference on Reactive Plasmas/2022 Gaseous Electronics Conference (ICRP-11/GEC2022) (国際学会)
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	Kenji Ishikawa, Takashi Kondo, Hiromasa Tanaka, Masaru Hori, Shinya Toyokuni, Masaaki Mizuno
2. 発表標題	Biological effects of the combination with low temperature plasmas and nanoparticles-platinum and gold-Plasma Medical & Agricultural Application II
3. 学会等名	11th International Conference on Reactive Plasmas/2022 Gaseous Electronics Conference (ICRP-11/GEC2022) (国際学会)
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	Taiga Nishida, Naoyuki Iwata, Tomiyasu Murata, Hiromasa Tanaka, Masaru Hori, Masafumi Ito
2. 発表標題	Inactivation of Breast Cancer Cells using Nitrogen-Oxygen-Radical-Activated Lactate Ringer's Solution
3. 学会等名	11th International Conference on Reactive Plasmas/2022 Gaseous Electronics Conference (ICRP-11/GEC2022) (国際学会)
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	Liyin DU, Camelia MIRON, Satoshi KASHIWAGURA, Takashi KONDO, Hiromasa TANAKA, Kenji ISHIKAWA, Masaaki MIZUNO, Shinya TOYOKUNI, Hiroaki KAJIYAMA, Masaru HORI
2. 発表標題	Investigation of anti-tumor effect mechanism by plasma treated L-Arginine solutions
3. 学会等名	第32回 日本MRS年次大会 (国際学会)
4. 発表年	2022年

1. 発表者名 Hiromasa TANAKA, Masaaki MIZUNO, Kenji ISHIKAWA, Hiroaki KAJIYAMA, Shinya TOYOKUNI, Fumitaka KIKKAWA, Masaru HORI
2. 発表標題 Plasma-activated solutions in plasma life science
3. 学会等名 第32回 日本MRS年次大会(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Liyin Du, Carmelia Miron, Saitoshi Kashiwagura, Takashi Kondo, Hiromasa Tanaka, Kenji Ishikawa, Masaaki Mizuno, Shinya Toyokuni, Hiroaki Kajiyama, and Masaru Hori
2. 発表標題 Investigation of anti-tumor effect mechanism by plasma irradiated L-Arginine solution
3. 学会等名 ISPlasma2023 / IC-PLANTS2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Takashi Kondo, Hiroshi Hashizume, Jun Kumagai, Hiromasa Tanaka, Kenji Ishikawa, Masaru Hori
2. 発表標題 Low temperature plasma chemistry of aqueous solutions of amino acids. A spin trapping study
3. 学会等名 ISPlasma2023 / IC-PLANTS2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Hiroshi Hashizume, Kohei Nakano, Kaoru Sanda, Akiko Abe, Hiroko Mizuno, Manasikan Thammawong, Carmelia Miron, Nikolay Britun, Teruaki Shimazu, Hiromasa Tanaka, and Masaru Hori.
2. 発表標題 Cold plasma treatment during cultivation affects flesh firmness of strawberry fruits
3. 学会等名 ISPlasma2023 / IC-PLANTS2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名	Hiroshi Hashizume, Hidemi Kitano, Hiroko Mizuno, Akiko Abe, Kaoru Sanda, Shih-Nan Hsiao, Genki Yuasa, Satoe Tohno, Hiromasa Tanaka, Kenji Ishikawa, Shogo Matsumoto, Hitoshi Sakakibara, Yuji Hirose, Masayoshi Maeshima, Masaaki Mizuno, and Masaru Hori.
2. 発表標題	Control of generating white core in grains of brewer's rice cultivar with direct plasma irradiation to spikelet after flowering
3. 学会等名	ISPlasma2023 / IC-PLANTS2023 (国際学会)
4. 発表年	2023年

1. 発表者名	Yuya Kurebayashi, Kenji Ishikawa, Hiroshi Hashizume, Hiromasa Tanaka, Shinichi Akiyama, and Masaru Hori
2. 発表標題	Effects of non-equilibrium atmospheric pressure plasma on zebrafish
3. 学会等名	ISPlasma2023 / IC-PLANTS2023 (国際学会)
4. 発表年	2023年

1. 発表者名	Takumi Hashimoto, Hiroki Kondo, Hiromasa Tanaka, Kenji Ishikawa, Takayoshi Tsutsumi, Makoto Sekine, Takao Yasui, Yoshinobu Baba, Mineo Hiramatsu and Masaru Hori
2. 発表標題	Morphological effect of carbon nanowalls on exosome capture
3. 学会等名	ISPlasma2023 / IC-PLANTS2023 (国際学会)
4. 発表年	2023年

1. 発表者名	Daichi Goto, Naoyuki Iwata, Kenji Ishikawa, Hiroshi Hashizume, Hiromasa Tanaka, Masafumi Ito and Masaru Hori
2. 発表標題	Analysis of Effect of Neutral-Oxygen-Radical Irradiation on Biodegradation of Polyethylene Terephthalate using High-Performance Liquid Chromatography
3. 学会等名	ISPlasma2023 / IC-PLANTS2023 (国際学会)
4. 発表年	2023年

1. 発表者名 Taiga Nishida, Naoyuki Iwata, Tomiyasu Murata, Hiromasa Tanaka, Masaru Hori and Masafumi Ito
2. 発表標題 Effect of Lactate Activated with Nitrogen and Oxygen Radicals on Inactivation of Breast Cancer Cells
3. 学会等名 ISPlasma2023 / IC-PLANTS2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Daichi Goto, Naoyuki Iwata, Kenji Ishikawa, Hiroshi Hashizume, Hiromasa Tanaka, Masafumi Ito and Masaru Hori
2. 発表標題 Analysis of Effect of Neutral-Oxygen-Radical Irradiation on Biodegradation of Polyethylene Terephthalate Using High-Performance Liquid Chromatography
3. 学会等名 ISPlasma2023 / IC-PLANTS2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yuya Kurebayashi, Kenji Ishikawa, Hiroshi Hashizume, Hiromasa Tanaka, Shinichi Akiyama and Masaru Hori
2. 発表標題 Effects of Non-Equilibrium Atmospheric Pressure Plasma on Zebrafish
3. 学会等名 ISPlasma2023 / IC-PLANTS2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kyosuke Sugie, Jun-Seok Oh, Hiromasa Tanaka, Masaru Hori and Masafumi Ito
2. 発表標題 Mass Spectrometric Study of Ions and Neutral Species Generated by a High-Density Atmospheric-Pressure Plasma Source
3. 学会等名 ISPlasma2023 / IC-PLANTS2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kenji Ishikawa, Hiromasa Tanaka, Hirokazu Hara, Shin-ichi Kondo, Masafumi Ito, Kazunori Koga, Masaharu Shiratani, and Masaru Hori
2. 発表標題 Plasma-driven science for emerging plasma-processing technologies
3. 学会等名 ISPlasma2023 / IC-PLANTS2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 田中 宏昌, 水野 正明, 石川 健治, 梶山 広明, 豊國 伸哉, 吉川 史隆, 堀 勝
2. 発表標題 プラズマ活性溶液による細胞運命の制御
3. 学会等名 2022年 第83回 応用物理学会 秋季学術講演 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 出野 雄大, 柏倉 慧史, 田中 宏昌, 石川 健治, 橋爪 博司, 中村 香江, 豊國 伸哉, 水野 正明, 梶山 広明, 堀 勝
2. 発表標題 プラズマ活性乳酸リンゲル液によるマクロファージの形質発現誘導
3. 学会等名 2022年 第83回 応用物理学会 秋季学術講演
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 紅林 佑弥, 石川 健治, 田中 宏昌, 秋山 真一, 橋爪 博司, 堀 勝
2. 発表標題 非平衡大気圧プラズマを用いた陸上養殖実現に向けた基礎的研究
3. 学会等名 2022年 第83回 応用物理学会 秋季学術講演
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西田 大河、岩田 直幸、村田 富保、田中 宏昌、堀 勝、伊藤 昌文
2. 発表標題 酸化窒素ラジカル活性化乳酸リンゲル液の乳がん細胞に対する選択的不活性化効果
3. 学会等名 2022年 第83回 応用物理学会 秋季学術講演
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 近藤 隆、熊谷 純、平山亮一、橋爪 博司、田中 宏昌、石川 健治、堀 勝
2. 発表標題 低温大気圧プラズマによるフリーラジカル生成とその生物学的意義-放射線との比較-
3. 学会等名 第2回 若手放射線影響研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 橋爪 博司、三田 薫、水野 寛子、阿部 明子、タンマウォン マナスイカン、ミロン カメリア、ブリトン ニコライ、田中 宏昌、嶋津 光鑑、中野 浩平、堀 勝
2. 発表標題 イチゴ栽培での低温プラズマ処理による果実硬度への効果の検討
3. 学会等名 第70回 応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 杉江 恭輔、呉 準席、田中 宏昌、堀 勝、伊藤 昌文
2. 発表標題 大気圧プラズマ源の構造の違いが中性ラジカル生成密度に及ぼす影響
3. 学会等名 第70回 応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小島 悠暉、近藤 博基、田中 宏昌、石川 健治、橋爪 博司、堀 勝
2. 発表標題 カーボンナノウォール足場上での電気刺激重畳培養におけるヒト間葉系幹細胞の形態変化
3. 学会等名 第70回 応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山川 太嗣、石川 健治、橋爪 博司、田中 宏昌、堀 勝
2. 発表標題 プラズマ活性乳酸リンゲル液によるがん細胞死経路上のオートファジー観察
3. 学会等名 第70回 応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 紅林 佑弥、石川 健治、田中 宏昌、秋山 真一、橋爪 博司、堀 勝
2. 発表標題 非平衡大気圧プラズマがゼブラフィッシュに及ぼす影響とその機構解明
3. 学会等名 第70回 応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Hiromasa Tanaka and Masaru Hori
2. 発表標題 Indirect plasma application
3. 学会等名 7th International Workshop on Plasma for Cancer Treatment (IWPCT-2021) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1 . 発表者名 H. Tanaka, S. Maeda, M. Mizuno, K. Ishikawa, K. Nakamura, H. Kajiyama, Y. Okazaki, S. Toyokuni, M. Ito, K. Ohno, F. Kikkawa, and M. Hori
2 . 発表標題 Analysis of Cellular Respiration in Plasma-activated Solutions-treated Cancer
3 . 学会等名 8th International Conference on Plasma Medicine (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 Hiromasa Tanaka, Masaaki Mizuno, Kenji Ishikawa, Hiroshi Hashizume, Yasumasa Okazaki, Shinya Toyokuni, Kae Nakamura, Hiroaki Kajiyama, Fumitaka Kikkawa, and Masaru Hori
2 . 発表標題 Comprehensive analyses revealed the differences of cell death mechanisms between PAM- and PAL-treated glioblastoma.
3 . 学会等名 Asian-European International Conference on Plasma Surface Engineering (AEPSE 2021) (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 Hiromasa Tanaka, Yugo Hosoi, Kenji Ishikawa, Jun Yoshitake, Takahiro Shibata, Koji Uchida, Hiroshi Hashizume, Masaaki Mizuno, Yasumasa Okazaki, Shinya Toyokuni, Kae Nakamura, Hiroaki Kajiyama, Fumitaka Kikkawa, and Masaru Hori
2 . 発表標題 Components in plasma-activated Ringer ' s lactate solution that induce cell death on U251SP glioblastoma cells
3 . 学会等名 The12th Asia-Pacific International Symposium on the Basics and Applications of Plasma Technology (APSP-12) (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 Hiromasa Tanaka, Shogo Maeda, Shogo Matsumura, Masaaki Mizuno, Kenji Ishikawa, Masafumi Ito, Hiroshi Hashizume, Mikako Ito, Kinji Ohno, Kae Nakamura, Hiroaki Kajiyama, Fumitaka Kikkawa, Yasumasa Okazaki, Shinya Toyokuni, and Masaru Hori
2 . 発表標題 Cellular Respiration System Affected by Low-temperature Plasma
3 . 学会等名 31st Material Research Society in Japan (MRS-J) (国際学会)
4 . 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<https://www.htanakalab.plasma.nagoya-u.ac.jp/>

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

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