

令和 4 年 5 月 23 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H03862

研究課題名(和文)体内水素発生を可能とするシリコン微細粒子の創製法とヒドロキシルラジカルの消滅

研究課題名(英文) Fabrication of Si composition for internal hydrogen generation and elimination of hydroxyl radicals

研究代表者

小林 光 (Kobayashi, Hikaru)

大阪大学・産業科学研究所・特任教授

研究者番号：90195800

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 35,200,000円

研究成果の概要(和文)：シリコン製剤の表面状態の制御によって、腸内に分泌される膵液や腸液と類似環境の37℃、pH8.3の環境において、1gのシリコン製剤から100mLの水素発生に成功した。水素発生は、24時間以上持続した。水素発生反応には、水酸化物イオンが触媒となっていることがわかり、pHの増加と共に水素発生速度が顕著に増加する。水素発生反応は、シリコン製剤上の酸化シリコン膜の表面と酸化シリコン膜/シリコン製剤の界面で起こる。水素発生反応に伴ってシリコン製剤の表面近傍には、表面に弱く結合している高濃度の水素原子が存在することがわかった。表面領域に存在する水素原子が、シリコン製剤の還元力の源になっていると結論した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

シリコン製剤は、国内だけで1000万人クラスの患者がいる慢性腎臓病、糖尿病、アトピー性皮膚炎に対して治療や予防効果があることが動物実験から分かってきた。さらに、パーキンソン病や潰瘍性大腸炎等の難治性疾患に対しても効果があることが見出されてきた。さらに、老化は細胞の酸化によって促進されるために、これを抑制できるシリコン製剤には、老化抑制効果も期待できる。シリコン製剤はすでにサプリメント・食品として販売が開始されている。将来的には、医薬品を目指しており、それが実現すれば国民の2～3割に適用される可能性があり、その社会的意義は絶大である。

研究成果の概要(英文)：By the control of surface condition of Si-based agent, the hydrogen generation ability of more than 100mL/g has been achieved in the conditions similar to those of pancreatic juice and intestinal juice, i.e., 36°C and pH8.3, secreted in bowels. The hydrogen generation reaction continues for more than 24 h. For the hydrogen generation reaction, hydroxide ions act as catalyst, and therefore, the hydrogen generation rate greatly increases with pH. The hydrogen generation reaction proceeds on the silicon oxide surface on Si-based agent and near the silicon oxide/Si-based agent interface. It is found that in the surface region of Si-based agent, high concentration hydrogen atoms weakly bound to the surface are produced during the hydrogen generation reaction. It is concluded that the high reduction power of Si-based agent arises from hydrogen atoms present in the surface region.

研究分野：材料創製学及び半導体表面科学

キーワード：ヒドロキシルラジカル 水素 シリコン製剤 体内水素発生 活性酸素

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

(1) 腸内に分泌される膵液や腸液と類似の環境である pH8.3、36°Cにおいて、24 時間以上持続的に水素が発生するシリコン製剤を開発した。24 時間に発生する水素量は、シリコン製剤 1g から約 400mL であった。この水素量は、飽和水素水約 22L に含入される水素量であった。

(2) 大阪大学大学院医学系研究科との共同研究によって、ラットやマウスにシリコン製剤を摂取させた場合、慢性腎不全やパーキンソン病の予防・治療が可能であることが見いだされた。

### 2. 研究の目的

腸内環境である 36°Cで弱アルカリ性下において、多量の水素を持続的に発生させるシリコン製剤の創製方法を確立する。また、シリコン製剤と水との反応による水素発生の機構を明らかにする。さらに、シリコン製剤による活性酸素、特に活性酸素中最も酸化力の高いヒドロキシルラジカルを消滅させる機構についての情報を得る。

### 3. 研究の方法

シリコン製剤の水素発生能を、シリコン微細粒子の形成方法、特に、①粉砕条件を制御してシリコン結晶子のサイズをコントロールする、②シリコン製剤の表面状態を制御することによって向上させる。シリコン製剤の表面観測、特に X 線光電子分光法 (XPS) とフーリエ変換赤外吸収分光法 (FTIR) を用いる表面解析、及びシリコン製剤と水との反応による水素発生量の測定によって、水素発生機構及びヒドロキシルラジカルの消滅機構に関する情報を得る。

### 4. 研究成果

#### (1) シリコン製剤の水素発生能の向上

ビーズミル粉砕法を用いる粉砕によってシリコン製剤を形成する場合、その結晶子サイズは粉砕時間に大きく依存した。平均結晶子サイズが、20~30nm の際に、最も水素発生能が高くなることがわかった。これよりも結晶子サイズが小さい場合、シリコン製剤の表面に形成される酸化シリコン膜の割合が増加することで、水素発生能が減少した。

シリコン製剤の表面処理として、過酸化水素水処理を開発した。過酸化水素水処理の条件を最適化した場合、pH8.3、36°Cの環境下で発生する水素量と反応時間の関係を図 1 に示す。水素発生は 24 時間持続し、その間に発生する水素量は約 800L/g であった[1]。この水素量は、飽和水素水 44L に含有される水素量に匹敵する。さらに、微量の金属元素でシリコン製剤の表面を修飾することによって、水素発生能が 1000mL/g 以上に向上することを確認した。

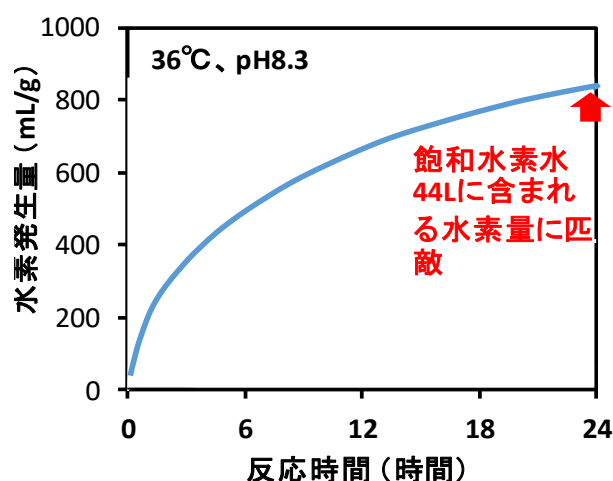
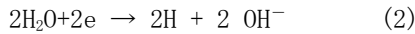
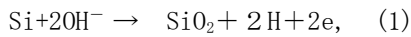


図 1 シリコン製剤と水との反応による水素発生量と反応時間の関係

#### (2) シリコン製剤と水との反応による水素発生の機構

シリコン製剤と水との反応は、以下に示す逐次反応であることがわかった。

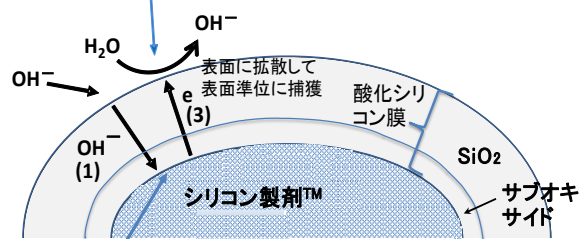
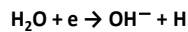


反応 (1) では  $\text{OH}^-$  イオンが消費されるが、反応 (2) では生成するため、全体反応 (3) が起これば  $\text{OH}^-$  イオンの濃度、すなわち pH は変化しない[2]。反応 (1) は反応 (2) に比較して極めて遅い反応であり、全体の反応速度を決定する。反応 (1) では  $\text{OH}^-$  イオンが消費されるため、水素発生反応の速度は pH の増加によって顕著に増加する。シリコン製剤表面の XPS 観測から、シリコン製剤の表面には  $\text{Si}^+$  ( $\text{Si}_2\text{O}$ )、 $\text{Si}^{2+}$  ( $\text{SiO}$ )、 $\text{Si}^{3+}$  ( $\text{Si}_2\text{O}_3$ )、 $\text{Si}^{4+}$  ( $\text{SiO}_2$ ) が存在することを見出した。さらに、サブオキサイド  $\text{Si}_2\text{O}$ 、 $\text{SiO}$ 、 $\text{Si}_2\text{O}_3$  は、 $\text{SiO}_2$  層の内側に存在することがわかった[3]。

水素発生機構を図 2 に示す。水溶液（消化液）中の  $\text{OH}^-$  イオンが酸化シリコン膜を内側に移動する。この移動が、水素発生反応の律速過程である[4]。シリコン製剤と酸化シリコン膜の界面に到達すれば化学反応が起こり、二酸化シリコンと水素及び電子が生成する。界面反応は 1 段階の反応ではなく、図 2 に示すように 4 段階の反応である[3]。界面近傍で生成した電子は、表面方向に移動して、表面準位（表面特有のバンドギャップ内に存在するエネルギー準位）に捕獲される。この電子を水分子が捕獲すれば、 $\text{OH}^-$  イオンと水素が生成する。したがって、水素発生は表面と界面近傍で起こる。

2 本の白金電極を電解質水溶液に挿入して、電極間に 2V 以上の電圧を印加すれば水が電気分解する。図 3 に、水を電気分解した後の電解質水溶液の発光スペクトルを示す。この発光は、水溶液に添加したテレフタル酸 1mM がヒドロキシルラジカルと反応してヒドロキシルテレフタル酸となり、そこからの発光を観測したものである。白金電極間の電圧が 0V や 1V では水の電気分解は起こらない。一方、電圧が 2V 及び 3V の場合は水の電気分解が起こり、それと同時にヒドロキシルラジカルが生成することを示している。水の電気分解中に水素分子が生成して、水溶液中の溶存水素濃度は 1ppm 以上であった。このように多量の水素分子が存在するにもかかわらず、ヒドロキシルラジカルが生成する実験事実は、水素分子とヒドロキシルラジカルの反応確率が室温では極め

#### (4) 表面反応



#### (2) 界面領域での反応

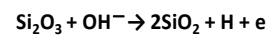
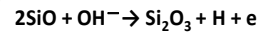
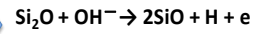
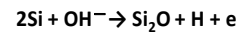
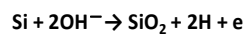


図 2 シリコン製剤と水との反応による水素発生反応の機構

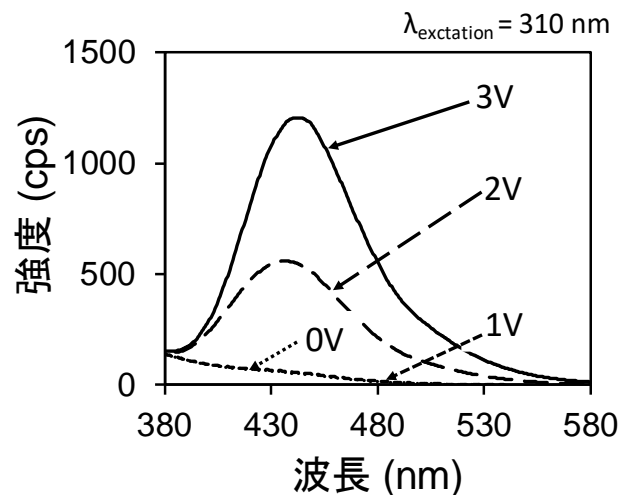


図 3 水の電気分解により生成するヒドロキシルラジカルからの発光スペクトル

て低いことを示している。

水素分子は結合エネルギーが 4.5eV (約 35,000°C の運動エネルギーに相当する。) と高い H-H 結合を有しており、この結合をある程度切断してヒドロキシルラジカルと反応させるためには、室温程度の低温では無理があると考えられる。

図 4 に、水素発生反応後に観測したシリコン製剤の FTIR スペクトルを示す。酸化シリコン膜の表面、及びシリコン製剤/酸化シリコン膜の界面近傍に、水素原子が存在することがわかる。表面に存在する水素原子が、シリコン製剤の還元力の源と考えられる。図 5 に示すように、生体物質がシリコン製剤表面の水素原子を捕獲して還元力が高くなり、それが体内に循環する。ヒドロキシルラジカルが存在すれば、生体物質中の水素原子と反応して水を生成することによって、ヒドロキシルラジカルを消滅させると考えられる。

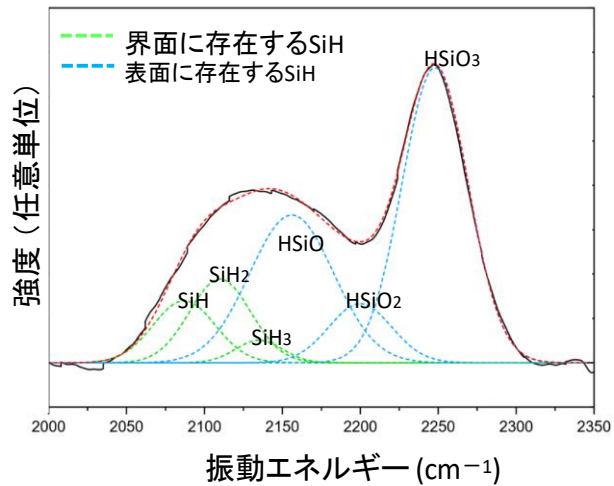


図 4 シリコン製剤の水素発生反応後に観測した FTIR スペクトル

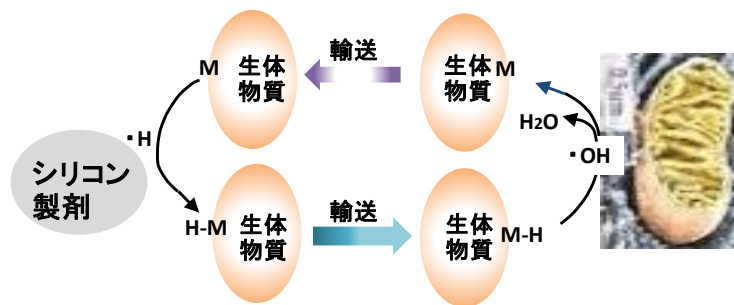


図 5 シリコン製剤によるヒドロキシルラジカルの消滅のメカニズム

#### <引用文献>

- [1] Y. Kobayashi, S. Matsuda, K. Imamura, and H. Kobayashi, Hydrogen generation by reaction of Si nanopowder with neutral water, J. Nanopart. Res. 19 (2017) 176-19.
- [2] Y. Kobayashi, R. Imamura, Y. Koyama, M. Kondo, H. Kobayashi, and S. Shimada, Renoprotective and neuroprotective effects of enteric hydrogen generation from Si-based agent, Sci. Rep. (2020) 10:5859.
- [3] Y. Kobayashi, S. Fujie, K. Imamura, and H. Kobayashi, Structure and hydrogen generation mechanism of Si-based agent, Appl. Surf. Sci. 536 (2021) 147398.
- [4] Y. Kobayashi and H. Kobayashi, Springer Nature, Theoretical Chemistry for Advanced Nanomaterials - Functional Analysis by Computation and Experiment, Si nanopowder for photoluminescence and hydrogen generation materials, (2019) 353-382.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 N. Otani, K. Tomita, Y. Kobayashi, K. Kuroda, Y. Koyama, H. Kobayashi, and T. Kubo	4. 巻 12
2. 論文標題 Hydrogen-generating Si-based agent protects against skin flap ischemia- reperfusion injury in rats	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Sci. Rep.	6. 最初と最後の頁 6168
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-022-10228-6	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 N. Usui, K. Matsumoto-Miyai, Y. Koyama, Y. Kobayashi, Y. Nakamura, H. Kobayashi, and S. Shimada	4. 巻 13
2. 論文標題 Social communication of maternal immune activation affected offspring is improved by Si-based hydrogen-producing agent	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers Psychiatry	6. 最初と最後の頁 872302
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fpsyt.2022.872302	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 N. Usui, S. Togawa, T. Sumi, Y. Kobayashi, Y. Koyama, Y. Nakamura, M. Kondo, K. Shinoda, H. Kobayashi, and S. Shimada	4. 巻 3
2. 論文標題 Si-based hydrogen-producing nanoagent protects fetuses from miscarriage caused by mother-to-child transmission	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Front. Med. Technol.	6. 最初と最後の頁 665506
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fmedt.2021.665506	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 Y. Kobayashi, S. Fujie, K. Imamura, and H. Kobayashi	4. 巻 536
2. 論文標題 Structure and hydrogen generation mechanism of Si-based agent	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Appl. Surf. Sci.	6. 最初と最後の頁 147398
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.apsusc.2020.147398	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 Y. Kobayashi, Y. Kowada, T. Shirohata, and H. Kobayashi	4. 巻 535
2. 論文標題 Changes in structure and surface properties of Si-based agent during hydrogen generation reaction	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Appl. Surf. Sci.	6. 最初と最後の頁 147361
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.apsusc.2020.147361	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 M. Kawamura, R. Imamura, Y. Kobayashi, A. Taniguchi, S. Nakazawa, T. Kato, T. Namba-Hamano, T. Abe, M. Uemura, H. Kobayashi and N. Nonomura	4. 巻 7
2. 論文標題 Oral administration of Si-based agent attenuates oxidative stress and Ischemia-reperfusion injury in a rat model: A novel hydrogen administration method	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Front. Med.	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fmed.2020.00095	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 Y. Kobayashi, R. Imamura, Y. Koyama, M. Kondo, H. Kobayashi, and S. Shimada	4. 巻 10
2. 論文標題 Renoprotective and neutroprotective effects of enteric hydrogen generation from Si-based agent	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sci. Rep.	6. 最初と最後の頁 5859
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-62755-9	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 小林悠輝、小林 光、今村亮一、島田昌一	4. 巻 254
2. 論文標題 シリコン製剤による体内水素発生と医薬応用	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemical Times	6. 最初と最後の頁 2-7
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計17件（うち招待講演 8件 / うち国際学会 5件）

1. 発表者名 小林悠輝、小林光
2. 発表標題 水素発生シリコン製剤
3. 学会等名 日本先制臨床医学会第4回学術大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Y. Kobayashi and H. Kobayashi
2. 発表標題 Fabrication of Si-based agent with high hydrogen generation ability and its application to living bodies with high hydrogen generation ability and its application to living bodies
3. 学会等名 SURFINT - SREN VI（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Kobayashi and Y. Kobayashi
2. 発表標題 Properties of Si-based agent and its medical effects
3. 学会等名 URFINT - SREN VI（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小林 光、小林悠輝、松本幸彦
2. 発表標題 シリコン製剤による体内水素発生が及ぼす犬・猫への治療事例
3. 学会等名 第40回動物臨床医学会記念年次大会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 白畑達朗, 小林悠輝, 小林 光
2. 発表標題 シリコン製剤からの水素発生とその凝集状態
3. 学会等名 第67回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小和田善仁, 小林悠輝, 今村健太郎, 小林 光
2. 発表標題 シリコン製剤と水との反応による水素発生とそれに伴う表面状態変化
3. 学会等名 第67回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小山 佳久, 小林 悠輝, 近藤 誠, 白井 紀好, 小林 光, 島田 昌一
2. 発表標題 酸化ストレスが関与する神経疾患の新規治療薬の開発
3. 学会等名 第42回日本神経科学大会・第62回日本神経化学大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 戸川 省吾, 白井 紀好, 小山 佳久, 小林 悠輝, 中村 雪子, 近藤 誠, 小林 光, 篠田 晁, 島田 昌一
2. 発表標題 母子感染症に対する新規治療薬の開発
3. 学会等名 第125回日本解剖学会総会全国学術集会
4. 発表年 2020年



1. 発表者名 上村 直也、小山 佳久、小林 悠輝、白井 紀好、近藤 誠、小林 光、篠田 晁、島田 昌一
2. 発表標題 酸化ストレスに着目した新たな治療法の開発
3. 学会等名 第125回日本解剖学会総会全国学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 今村亮一, 小林悠輝, 川村正隆, 中澤成晃, 加藤大悟, 阿部豊文, 小林 光, 野々村 祝夫
2. 発表標題 シリコン粒子による体内水素発生システムとラット慢性腎不全モデルに対する有用性の検討
3. 学会等名 第107回日本泌尿器科学会総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 6.川村正隆, 今村亮一, 小林悠輝, 中澤成晃, 加藤大悟, 阿部豊文, 小林 光, 野々村祝夫
2. 発表標題 シリコン成分剤の経口投与は水素分子の発生 によりラット腎虚血再灌流傷害を抑制する
3. 学会等名 第107回日本泌尿器科学会総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hikaru Kobayashi
2. 発表標題 Si material for suppression of oxidative stress in human body
3. 学会等名 15th international symposium on novel and nano materials (ISNNM2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuki Kobayashi and Hikaru Kobayashi
2. 発表標題 Hydrogen generation by reaction of Si nanopowder with water for medical use
3. 学会等名 24th World Nano Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kentaro Imamura, Yuki Kobayashi, Hikaru Kobayashi
2. 発表標題 High amount of hydrogen generation by the reaction of Si composition with water in the body to prevent oxidative stress-induced diseases
3. 学会等名 10th international conference of Solid State Surfaces and Interfaces (SSSI 2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小林悠輝
2. 発表標題 シリコン成分剤による体内水素発生と酸化ストレス性疾病の防止
3. 学会等名 第28回日本MRS年次大会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 超 孫、小林悠輝、小林 光
2. 発表標題 Hydrogen generation from Si-based agent by reaction with buffer solutions
3. 学会等名 第66回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小林悠輝
2. 発表標題 酸化ストレス性疾病预防のためのSi成分剤による多量かつ持続的な体内水素発生
3. 学会等名 第28回日本MRS年次大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Y, Kobayashi, H. Kobayashi	4. 発行年 2019年
2. 出版社 Springer Nature	5. 総ページ数 515
3. 書名 Theoretical Chemistry for Advanced Nanomaterials - Functional Analysis by Computation and Experiment	

〔出願〕 計22件

産業財産権の名称 内臓不快感の予防又は治療剤	発明者 島田昌一、小山佳久、近藤 誠、白井紀好、小林 光、小	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-212973	出願年 2019年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 島田昌一、白井紀好、小山佳久、近藤 誠、小林 光、小林悠輝	発明者 島田昌一、白井紀好、小山佳久、近藤 誠、小林 光、小林	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-212971	出願年 2019年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 虚血性脳血管障害に伴う障害の予防又は治療剤	発明者 島田昌一、小山佳久、近藤 誠、白井紀好、小林 光、小	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-213066	出願年 2019年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 酸化ストレスに起因する疾患の予防又は治療剤	発明者 島田昌一、小山佳久、近藤 誠、小林光、小林悠輝	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-106147	出願年 2019年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 動物毛の製造方法及び動物の生育方法並びに飼料及び飼料の製造方法	発明者 小林 光、小林悠輝	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-191645	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 複合組成物	発明者 小林 光、小林悠輝	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2019/014285	出願年 2019年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 複合組成物	発明者 小林光、小林悠輝	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2019/014285	出願年 2019年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 自閉スペクトラム症の予防又は治療剤	発明者 島田昌一、白井紀好、小山佳久、近藤誠、小林光、小林悠	権利者 国立大学法人大阪大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-010031	出願年 2019年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 記憶障害の予防又は治療剤	発明者 島田昌一、白井紀好、小山佳久、近藤誠、小林光、小林悠	権利者 国立大学法人大阪大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-010032	出願年 2019年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 関節炎の予防又は治療剤	発明者 島田昌一、白井紀好、小山佳久、近藤誠、小林光、小林悠	権利者 国立大学法人大阪大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-010033	出願年 2019年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 抗がん剤の副作用の予防又は治療剤	発明者 島田昌一、白井紀好、小山佳久、近藤誠、小林光、小林悠	権利者 国立大学法人大阪大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-010034	出願年 2019年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 脊髄損傷の予防又は治療剤	発明者 島田昌一、白井紀好、小山佳久、近藤誠、小林光、小林悠	権利者 国立大学法人大阪大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-010035	出願年 2019年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 糖尿病の予防又は治療剤	発明者 島田章一、白井紀好、小山佳久、近藤誠、小林光、小林悠	権利者 国立大学法人大阪大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願22019-010036	出願年 2019年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 難聴の予防又は治療剤	発明者 島田昌一、白井紀好、小山佳久、近藤誠、小林光、小林悠	権利者 国立大学法人大阪大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-010037	出願年 2019年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 薬剤及びその製造方法	発明者 今村亮一、小林光、小林悠輝、福原慎一郎、稲垣祐介、野々	権利者 国立大学法人大阪大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-010412	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 経口製剤、飼料、サプリメント、食品添加物、健康食品	発明者 小林光、小林悠輝	権利者 小林光、株式会社KIT
産業財産権の種類、番号 特許、特願2018-229323	出願年 2018年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 二日酔いの予防又は治療剤	発明者 島田昌一、近藤誠、 小林光、小林悠輝	権利者 国立大学法人大 阪大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2018-212706	出願年 2018年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 パーキンソン病の予防又は治療剤	発明者 島田昌一、小山佳 久、近藤誠、小林 光、小林悠輝	権利者 国立大学法人大 阪大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2018-212715	出願年 2018年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 薬剤及びその製造方法	発明者 小林光、小林悠輝、 今村亮一、野々村祝 夫	権利者 国立大学法人大 阪大学
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2018/025315	出願年 2018年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 うつ病またはうつ状態の予防又は治療剤	発明者 島田昌一、近藤誠、 小山佳久、小林光、 小林悠輝	権利者 国立大学法人大 阪大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2018-125861	出願年 2018年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 酸化ストレスに起因する疾患の予防または治療剤	発明者 島田昌一、小山佳 久、近藤誠、小林 光、小林悠輝	権利者 国立大学法人大 阪大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2018-109533	出願年 2018年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 複合組成物	発明者 小林光、小林悠輝	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2018-087777905	出願年 2018年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計1件

産業財産権の名称 固形製剤、固形製剤の製造方法、及び水素発生方法	発明者 小林光、小林悠輝	権利者 小林光、株式会 社KIT
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-034384	取得年 2018年	国内・外国の別 国内

〔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	蔡 徳七  (Che Dokuchiru)  (20273732)	大阪大学・理学研究科・講師    (14401)	

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