

令和 4 年 6 月 10 日現在

機関番号：82108

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19H04475

研究課題名(和文) がん治療と組織再生の高次機能を備えた統合型複合多孔質材料の開発

研究課題名(英文) Development of multifunctional hybrid porous scaffolds for cancer therapy and tissue engineering

研究代表者

陳 国平 (CHEN, Guoping)

国立研究開発法人物質・材料研究機構・機能性材料研究拠点・グループリーダー

研究者番号：50357505

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,400,000円

研究成果の概要(和文)：外科手術で除去しきれなかったがん細胞を死滅させるとともに、切除によって欠損した組織を再生し、機能回復を図る光温熱療法足場材料を開発した。具体的には、金ナノ粒子、黒リンナノシート、及び黒リンと金を複合化したナノ粒子を生体吸収性高分子のゼラチンやコラーゲン、乳酸-グリコール酸共重合体と複合化した。得られた複合多孔質材料は、近赤外光照射で発熱し、乳がん細胞やメラノーマ細胞を効率よく死滅することができた。また、本複合多孔質材料は間葉系幹細胞の増殖と脂肪分化、線維芽細胞の増殖と組織形成を促進した。これらの複合多孔質材料はがん細胞を殺傷する効果と正常組織の再生を促進する効果を兼ね備えていることが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究開発で開発した光温熱療法足場材料は、外科手術で残存したがん細胞を効率よく死滅させるだけでなく、切除によって欠損した組織を再生できることが示された。本材料は外科手術後、患部に直接に埋入するので、光熱変換ナノ粒子などをがん組織に効率よく集積でき、従来よりも飛躍的に治療効果を高めることが可能になる。また、外科手術の切除部位に埋入することで、ナノ粒子をがん組織以外の正常組織の細胞による取り込みを避けることができ、副作用を抑えることもできる。光温熱療法足場材料は、バイオマテリアルを活用した新たながん治療法として、学術、社会の双方に貢献すると期待される。

研究成果の概要(英文)：Photothermal scaffolds were prepared by hybridizing photothermal nanoparticles such as gold nanoparticles, black phosphorus nanosheets and black phosphorus/gold composite nanoparticles with biodegradable polymers such as gelatin, collagen and poly(DL-lactic-co-glycolic acid). The hybrid scaffolds possessed excellent photothermal conversion capacity under near-infrared laser irradiation. In vitro cell culture and in vivo animal experiments demonstrated that the hybrid scaffolds could eliminate breast cancer cells and melanoma cells under near-infrared laser exposure. They also supported the adipogenic differentiation of mesenchymal stem cells and the proliferation of dermal fibroblasts. The hybrid scaffolds had multi-functions for both photothermal ablation of cancer cells and promotion of normal tissue regeneration.

研究分野：生体材料

キーワード：光温熱療法足場材料 光温熱療法 多孔質材料 光熱変換ナノ粒子 複合材料 がん治療 組織再生 生体吸収性高分子

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

がんの手術療法には、塊状のがん組織を物理的に除去できるというメリットがある一方で、除去しきれなかったがん細胞をどのようにして死滅させるかが課題である。また、手術で切除された組織が欠損したままの状態では、患者の生活の質が低下してしまうことが多い。そこで、手術で除去しきれなかったがん細胞を死滅させるとともに、欠損した部位の組織を再生し、機能回復を図ることが可能な足場材料が求められている。

2. 研究の目的

本研究では、がん外科手術後の切除部位に埋入できる足場材料として、光熱変換ナノ粒子と生体吸収性高分子との複合多孔質材料（光温熱療法足場材料、図1）を作製し、そのがん細胞殺傷効果および正常組織再生促進効果を調べる。この光温熱療法足場材料を患部に埋入した後、近赤外光を外部から患部に照射すると、ナノ粒子が発熱する。がん細胞は正常細胞に比べて熱に弱いので、がん細胞を死滅させることができる。がん細胞が死滅した後、足場材料は欠損部位の再生を誘導する。このように、本光温熱療法足場材料は、がん治療と組織再生の両方の機能を果たす。

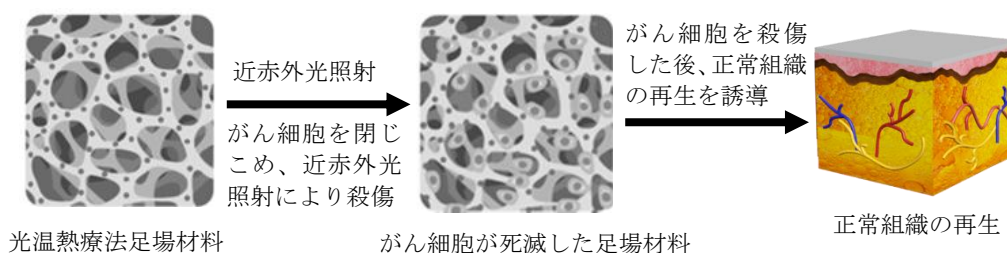


図1. 光温熱療法足場材料の概念図。近赤外光照射により発熱し、がん細胞を殺傷した後、外科手術で切除した欠損部位の正常組織の再生を誘導する。

3. 研究の方法

光温熱療法足場材料を作製するために、光熱変換ナノ粒子として、金ナノ粒子、黒リンナノシート (BPNSs)、および金ナノスターをBPNSsの表面に沈着させた複合ナノ粒子をそれぞれ用いた。これらの光熱変換ナノ粒子をゼラチン、コラーゲン、および乳酸-グリコール酸の共重合体 (PLGA) と複合化した多孔質足場材料を作製し、近赤外光照射によるがん細胞の殺傷効果および正常組織再生の促進効果を調べた。

(1) 葉酸修飾金ナノ粒子とゼラチンの複合多孔質材料の作製と評価

大きさと形状が異なる6種類の金ナノ粒子を合成し、葉酸で表面修飾した後、葉酸修飾ゼラチンとの複合多孔質材料を作製した。金ナノ粒子および複合多孔質材料のキャラクタリゼーション、近赤外照射での発熱効果、ヒト乳がん細胞株 (MDA-MB-231-Luc) に対する殺傷効果、間葉系幹細胞の脂肪分化、および免疫細胞の活性化に関する評価を行った。

(2) 黒リンナノシートとゼラチンの複合化多孔質足場材料の作製と評価

分解性をもつ光熱変換ナノ粒子として黒リンナノシートを調製し、ゼラチンと複合化した多孔質材料を作製した。本複合多孔質材料を用いて乳がん細胞株を *in vitro* 培養した後、近赤外レーザー光を照射した。細胞生死染色法やWST-1法を用いて、本複合多孔質材料によるがん細胞殺傷効果を評価した。また、乳がん細胞株を本複合多孔質材料で *in vitro* 培養した後、マウスの背中皮下に移植し、移植部位に近赤外レーザーを照射した後、*in vivo* イメージングを行い、がん細胞殺傷効果を評価した。さらに、本複合多孔質材料にヒト骨髄由来の間葉系幹細胞を播種し、脂肪分化誘導培地で培養した。脂肪細胞への分化を遺伝子発現解析や免疫染色によって評価した。

(3) 金/黒リン複合ナノ粒子とゼラチンの複合多孔質材料の作製と評価

金ナノ粒子と黒リンナノシートの光熱変換効果を組み合わせるために、金と黒リンの複合ナノ粒子を作製し、これをゼラチンと複合化することにより、金ナノ粒子-黒リンナノシート-ゼラチン複合多孔質材料を作製した。本複合多孔質材料の構造および光熱交換効果、がん細胞への殺傷効果および間葉系幹細胞の脂肪分化誘導効果を *in vitro* 細胞培養実験および *in vivo* 実験で調べた。

(4) 黒リンナノシート、PLGA、コラーゲンの三者を複合化したメッシュの作製とその評価

黒リンナノシート、PLGAメッシュ、コラーゲンマイクロスポンジからなる複合メッシュを作製した。本複合メッシュを用いてルシフェラーゼ発現ヒト悪性メラノーマ細胞株 (SK-MEL-28-Luc) を培養し、近赤外レーザー照射により、本複合メッシュによるメラノーマ細胞の殺傷効果を *in vitro* および *in vivo* で評価した。また、本複合メッシュでヒト皮膚線維芽細胞を培養し、皮膚組織の再生効果を調べた。

4. 研究成果

(1) 葉酸修飾金ナノ粒子とゼラチンとの複合多孔質材料の作製と評価

まず、直径が40, 70, 110 nmの星型金ナノ粒子 (金ナノスター) と長軸長が40, 70, 110 nmの金ナノロッドを合成し、透過電子顕微鏡 (TEM) で観察した (図2)。TEM写真より計測した金ナノスターの直径はそれぞれ、 37.1 ± 2.9 、 68.5 ± 10.2 、 113.9 ± 7.2 nmで、金ナノロッドの寸法 (長軸長×短軸長) はそれぞれ、 $(39.6 \pm 5.7 \text{ nm}) \times (19.0 \pm 2.6 \text{ nm})$ 、 $(68.3 \pm 4.7 \text{ nm}) \times (14.2 \pm 2.1 \text{ nm})$ と $(113.8 \pm 13.8 \text{ nm}) \times (25.6 \pm 3.8 \text{ nm})$ であった。分光測定から、金ナノスターと金ナノロッドは近赤外領域で吸収があり、それらの中で長軸長が70 nmの金ナノロッド (金ナノロッド70) は最も強い吸収強度を示した。

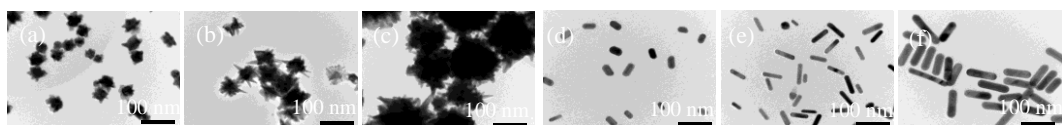


図2. 直径40, 70, 110 nmの金ナノスターと長軸長40, 70, 110 nmの金ナノロッドのTEM写真。

ゼラチン分子の側鎖アミノ基に葉酸分子を化学結合させることにより、葉酸修飾ゼラチンを合成した。上記6種類の金ナノ粒子を葉酸修飾ゼラチンでコーティングすることにより、葉酸修飾金ナノ粒子を作製した。葉酸修飾金ナノ粒子を葉酸修飾ゼラチンの酢酸水溶液に添加し、あらかじめ作製した粒径 $425 \sim 500 \mu\text{m}$ の氷微粒子と混合し、この混合物を凍結させ、凍結乾燥を行った後、架橋処理し、葉酸修飾金ナノ粒子とゼラチンとの複合多孔質材料を作製した。走査電子顕微鏡 (SEM) による観察の結果、複合多孔質材料は氷微粒子と同じ大きさの空孔をもち、各空孔は連通していることが分かった (図3a)。また、金ナノロッドは複合多孔質材料の各空孔表面に存在していた。

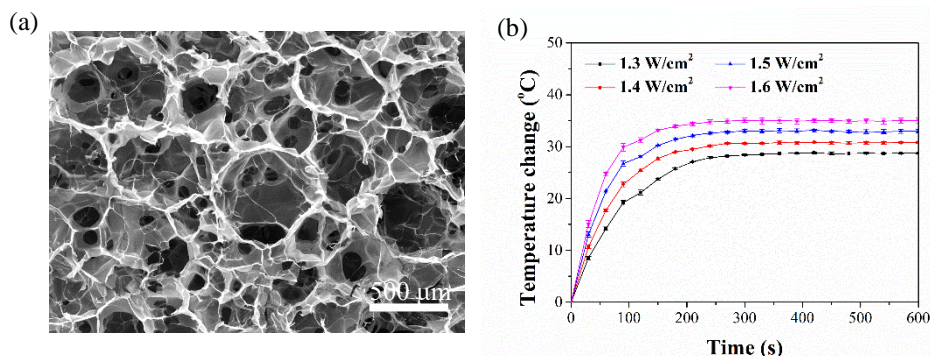


図3. 長軸長70 nmの金ナノロッドをゼラチンと複合化した多孔質材料のSEM写真(a)および近赤外レーザー照射による温度変化(b)。

複合多孔質材料を純水に浸漬し、波長805 nm、出力 $1.3 \sim 1.6 \text{ Wcm}^{-2}$ の近赤外レーザーをそれぞれ照射し、温度変化を測定することにより、近赤外レーザー照射による複合多孔質材料の発熱効果を評価した。複合多孔質材料は近赤外光照射の最初の200秒で迅速に上昇し、その後プラトーに達した (図3b)。6種類すべての複合多孔質材料は近赤外光照射により光熱変換効果を示し、その到達温度は、近赤外レーザーの出力強度を変えることによって制御することができた。特に、長軸長70 nmの金ナノロッドをゼラチンと複合化した多孔質材料 (以下、「金ナノロッド70複合多孔質材料」と表記する) は最も高い発熱効率を示した。この結果にもとづき、以降の実験では金ナノロッド70複合多孔質材料を用いることにした。また、葉酸修飾により、金ナノロッド70複合多孔質材料の葉酸レセプター発現乳がん細胞の捕捉率が高くなった。

続いて、金ナノロッド70複合多孔質材料のがん細胞殺傷効果を *in vitro* 細胞培養実験および *in vivo* 動物実験により評価した。 *In vitro* 細胞培養実験では、金ナノロッド70複合多孔質材料にヒト乳がん細胞株MDA-MB-231細胞を培養し、照射エネルギーが 1.3 と 1.6 W/cm^2 の近赤外レーザーを3分間と6分間照射し、がん細胞のバイアビリティを評価した。近赤外光照射前では、がん

細胞は複合多孔質材料中で高いバイアビリティを示し、近赤外光照射により、がん細胞のバイアビリティは有意義に減少した。照射エネルギーの増加にしたがって、がん細胞のバイアビリティは顕著に減少した。照射エネルギー 1.6 W/cm^2 の近赤外レーザー光を6分間照射すると、大部分のがん細胞は殺傷された（文献①）。

さらに、金ナノロッド70複合多孔質材料でルシフェラーゼ発光ヒト乳がん細胞株MDA-MB-231-Lucを3日間培養した後、ヌードマウスの背中皮下に埋植した。埋植3日後に 1.6 W/cm^2 の近赤外レーザーを10分間照射し、翌日に*in vivo*化学発光イメージングを行った。化学発光イメージングから、金ナノロッド70複合多孔質材料は乳がん細胞を死滅させることが示された。また、がん細胞を死滅させた複合多孔質材料にマウス由来の未成熟樹状細胞を播いた後、IL-1 β 、IL-6、IL-10とTNF- α をELISA法で定量した。その結果、未成熟樹状細胞は、殺傷されたがん細胞の存在下で活性化されることが明らかとなった。

最後に、本複合多孔質材料を足場材料として用いて骨髄由来の間葉系幹細胞（MSCs）を*in vitro*培養した結果、MSCsは増殖培地中で本複合足場材料に接着し、増殖した。脂肪分化誘導培地中で培養したMSCsは脂肪滴を形成し、また脂肪分化関連遺伝子の発現を亢進した。以上の結果より、本複合多孔質材料は光熱効果によって乳がん細胞を高効率で殺傷できること、そして間葉系幹細胞が脂肪細胞に分化できることが示された。また、殺傷されたがん細胞の存在下で未成熟樹状細胞を活性化することができた（文献②）。

(2) 黒リンナノシートとゼラチンの複合多孔質材料の作製と評価

これまで用いられていた光熱変換ナノ粒子は非分解性のものがほとんどで、身体に長期残留するナノ粒子による影響が懸念される。そこで、分解性をもつ光熱変換ナノ粒子として黒リンナノシート（BPNSs）を用い、生体吸収高分子との複合多孔質材料を作製し、がん治療と組織再生への効果を検討した（文献③）。まず、液相剥離法によりバルク状の黒リンを剥離し、ナノシートを調製した。得られたBPNSsを透過電子顕微鏡で観察したところ、寸法は $349 \pm 129\text{ nm}$ であった（図4a）。また、X線回折によりバルク黒リンと同じ結晶構造を有すること、分光測定により、近赤外領域に強い吸収を示すことを確認した。次に、BPNSsをゼラチンの酢酸水溶液に分散させ、別に作製した粒径 $255\sim 355\text{ }\mu\text{m}$ の氷微粒子と混合した後、この混合物を凍結し、架橋することにより、BPNSs/ゼラチン複合多孔質材料を得た。ここで、ゼラチン濃度4（w/v）%に対し、BPNSs濃度が100、200 $\mu\text{g/mL}$ の2種類の複合多孔質材料を作製した。走査電子顕微鏡による観察の結果、BPNSs/ゼラチン複合多孔質材料は、空孔形成剤として用いた氷微粒子のサイズを反映した空孔を有した（図4b）。BPNSs/ゼラチン複合多孔質材料は、近赤外光照射下で高い光熱変換効果を示し、その到達温度は、黒リンナノシートの濃度、近赤外レーザー出力強度および照射時間を変えることによって制御することができた。

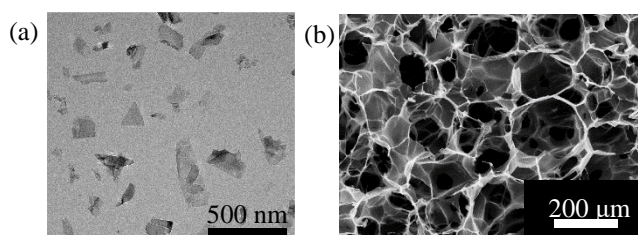


図4. 黒リンナノシートのTEM写真(a)およびBPNSs濃度が200 $\mu\text{g/mL}$ で作製したBPNSs/ゼラチン複合多孔質材料のSEM写真(b)。

また、BPNSs/ゼラチン複合多孔質材料で培養したMDA-MB-231-Luc細胞を近赤外レーザー照射により殺傷することができた。特に、BPNSs濃度が高い方（200 $\mu\text{g/mL}$ ）の複合多孔質材料で培養した細胞は、近赤外光照射により大部分が殺傷された。さらに、MDA-MB-231-Luc細胞を播種したBPNSs/ゼラチン複合多孔質材料をヌードマウスの背中皮下に埋植し、埋植部位に近赤外レーザーを照射した。BPNSs/ゼラチン複合多孔質材料（BPNSs濃度100 $\mu\text{g/mL}$ ）で培養した細胞は、近赤外光照射により化学発光強度が減少し、さらに、BPNSs濃度が高い方（200 $\mu\text{g/mL}$ ）では化学発光は消滅した。他方、BPNSs不含ゼラチン多孔質材料（ネガティブコントロール）で培養したMDA-MB-231-Luc細胞の化学発光強度は照射前後で変わらなかった。よって、複合多孔質材料中のBPNSsの光熱効果により乳がん細胞が殺傷されることが示された。

さらに、BPNSs/ゼラチン複合多孔質材料でMSCsを培養すると、MSCsは複合多孔質材料によく接着し、かつ高いバイアビリティを維持し、培養時間とともに増殖した。脂肪分化誘導培地中で培養したところ、細胞は脂肪滴を形成し、脂肪分化マーカー遺伝子の発現を亢進した。以上の結果から、BPNSs/ゼラチン複合多孔質材料は、乳がん細胞を殺傷する効果および間葉系幹細胞の脂肪分化を促進する効果をもつことが示された。

(3) 金/黒リン複合ナノ粒子とゼラチンの複合多孔質材料の作製と評価

黒リンナノシートは光熱変換ナノ粒子のみならず、還元剤としても利用できることが分かり、金イオンを還元することにより、金ナノスターをBPNSsの表面に沈着させた複合ナノ粒子(BP-AuNS)を合成することができた(文献④)。BP-AuNS複合ナノ粒子は金ナノスター、BPNSsそれぞれ単独よりも高い光熱変換効果を示した。さらに、BP-AuNS複合ナノ粒子とゼラチンを複合化することにより、ゼラチン-BP-AuNS複合多孔質材料を作製し、乳がん細胞を近赤外光照射により、殺傷することができた。複合多孔質材料で培養したMSCsは足場材料によく接着・増殖し、脂肪細胞マーカー遺伝子を発現し、脂肪滴を分泌した。金ナノスターとBPNSsを複合化したナノ粒子は、近赤外光の照射条件を最適化することで段階的に昇温することができ、がん細胞を死滅させると同時に、周囲の正常細胞への影響を最小限にとどめた。この複合多孔質材料は乳がん細胞に対する殺傷効果および間葉系幹細胞の脂肪分化促進効果を示すことを確認した。

(4) 黒リンナノシート、PLGAとコラーゲンの三者を複合化したメッシュの作製と評価

メラノーマの治療には、皮膚がん細胞の除去だけでなく、その欠損の皮膚組織再生も必要である。そのための光温熱療法足場材料として、BPNSs、PLGAメッシュとコラーゲンマイクロスポンジからなる複合メッシュを作製した(文献⑤)。得られた複合メッシュは多孔質構造を有し、高い力学強度を示した。また、本PLGA-コラーゲン-BPNSs複合メッシュは、近赤外光照射下で温度が上昇し、本複合メッシュで培養したヒトメラノーマ細胞は近赤外照射により死滅した。さらに、ヒトメラノーマ細胞を培養した複合メッシュをヌードマウスに埋植し、埋植部位に近赤外レーザーを照射すると、メラノーマ細胞が死滅した。さらに、PLGA-コラーゲン-BPNSs複合メッシュは、ヒト皮膚線維芽細胞の増殖を促進し、血管新生関連遺伝子および皮膚組織の細胞外マトリックス成分の遺伝子発現を亢進した。よって、本複合メッシュは、メラノーマ細胞を殺傷する効果と皮膚組織再生を促進する両方の効果をもつことが分かった。

以上より、光熱変換ナノ粒子と生体吸収性高分子を複合化することにより、光温熱療法足場材料を開発した。得られた光温熱療法足場材料は、近赤外光照射によって発熱し、乳がん細胞やメラノーマ細胞を効率よく死滅させることができた。がん細胞が死滅した後の光温熱療法足場材料は、脂肪や皮膚組織の再生を促進する効果があることも分かった。これらの結果により、がん治療と組織再生の高次機能を備えた統合型複合多孔質材料という本研究のコンセプトが示された。

<引用文献>

- ① Huajian Chen, Xiuhui Wang, Linawati Sutrisno, Tianjiao Zeng, Naoki Kawazoe, Yingnan Yang, Guoping Chen. Folic Acid-Functionalized Composite Scaffolds of Gelatin and Gold Nanoparticles for Photothermal Ablation of Breast Cancer Cells. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. 8, 2020, 10.3389/fbioe.2020.589905
- ② Xiuhui Wang, Naoki Kawazoe, Guoping Chen. Interaction of Immune Cells and Tumor Cells in Gold Nanorod-Gelatin Composite Porous Scaffolds. *Nanomaterials (Basel)*. 9, 2019, 1367.
- ③ Linawati Sutrisno, Huajian Chen, Yazhou Chen, Toru Yoshitomi, Naoki Kawazoe, Yingnan Yang, Guoping Chen. Composite Scaffolds of Black Phosphorus Nanosheets and Gelatin with Controlled Pore Structures for Photothermal Cancer Therapy and Adipose Tissue Engineering. *Biomaterials*. 275, 2021, 120923, 10.1016/j.biomaterials.2021.120923.
- ④ Linawati Sutrisno, Huajian Chen, Toru Yoshitomi, Naoki Kawazoe, Yingnan Yang, Guoping Chen. Preparation of Composite Scaffolds Composed of Gelatin and Au Nanostar-deposited Black Phosphorus Nanosheets for the Photothermal Ablation of Cancer Cells and Adipogenic Differentiation of Stem Cells. *Biomaterials Advances*. In press, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.bioadv.2022.212938>.
- ⑤ Linawati Sutrisno, Huajian Chen, Toru Yoshitomi, Naoki Kawazoe, Yingnan Yang, Guoping Chen. PLGA-collagen-BPNS Bifunctional Composite Mesh for Photothermal Therapy of Melanoma and Skin Tissue Engineering. *Journal of Materials Chemistry B*. 10, 2022, 204-213, 10.1039/d1tb02366g.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計30件（うち査読付論文 26件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Sutrisno Linawati, Chen Huajian, Yoshitomi Toru, Kawazoe Naoki, Yang Yingnan, Chen Guoping	4. 巻 10
2. 論文標題 PLGA-collagen-BPNS Bifunctional composite mesh for photothermal therapy of melanoma and skin tissue engineering	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Materials Chemistry B	6. 最初と最後の頁 204 ~ 213
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d1tb02366g	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 Komatsu Yoshiki, Yoshitomi Toru, Furuya Kinji, Ikeda Takafumi, Terasaki Azusa, Hoshi Aoi, Kawazoe Naoki, Chen Guoping, Matsui Hirofumi	4. 巻 23
2. 論文標題 Long-Term Fluorescent Tissue Marking Using Tissue-Adhesive Porphyrin with Polycations Consisting of Quaternary Ammonium Salt Groups	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Journal of Molecular Sciences	6. 最初と最後の頁 4218 ~ 4218
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijms23084218	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 Xie Yan, Sutrisno Linawati, Yoshitomi Toru, Kawazoe Naoki, Yang Yingnan, Chen Guoping	4. 巻 17
2. 論文標題 Three-dimensional culture and chondrogenic differentiation of mesenchymal stem cells in interconnected collagen scaffolds	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Biomedical Materials	6. 最初と最後の頁 034103 ~ 034103
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1748-605X/ac61f9	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 Wang Yongtao, Yoshitomi Toru, Kawazoe Naoki, Yang Yingnan, Chen Guoping	4. 巻 350
2. 論文標題 Micropattern Controlled Cell Density and Its Effect on Gene Transfection of Mesenchymal Stem Cells	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Advanced Materials Interfaces	6. 最初と最後の頁 2101978 ~ 2101978
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/admi.202101978	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 Xie Yan, Kawazoe Naoki, Yang Yingnan, Chen Guoping	4. 巻 3
2. 論文標題 Preparation of mesh-like collagen scaffolds for tissue engineering	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Materials Advances	6. 最初と最後の頁 1556 ~ 1564
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1MA01166A	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 Wang Yongtao, Yang Yingjun, Wang Xinlong, Kawazoe Naoki, Yang Yingnan, Chen Guoping	4. 巻 125
2. 論文標題 The varied influences of cell adhesion and spreading on gene transfection of mesenchymal stem cells on a micropatterned substrate	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Acta Biomaterialia	6. 最初と最後の頁 100 ~ 111
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.actbio.2021.01.042	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 Wang Yongtao, Yang Yingjun, Wang Xinlong, Yoshitomi Toru, Kawazoe Naoki, Yang Yingnan, Chen Guoping	4. 巻 271
2. 論文標題 Micropattern-controlled chirality of focal adhesions regulates the cytoskeletal arrangement and gene transfection of mesenchymal stem cells	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Biomaterials	6. 最初と最後の頁 120751 ~ 120751
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.biomaterials.2021.120751	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 Wang Yongtao, Yang Yingjun, Yoshitomi Toru, Kawazoe Naoki, Yang Yingnan, Chen Guoping	4. 巻 9
2. 論文標題 Regulation of gene transfection by cell size, shape and elongation on micropatterned surfaces	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Materials Chemistry B	6. 最初と最後の頁 4329 ~ 4339
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d1tb00815c	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 Sutrisno Linawati, Chen Huajian, Chen Yazhou, Yoshitomi Toru, Kawazoe Naoki, Yang Yingnan, Chen Guoping	4. 巻 275
2. 論文標題 Composite scaffolds of black phosphorus nanosheets and gelatin with controlled pore structures for photothermal cancer therapy and adipose tissue engineering	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Biomaterials	6. 最初と最後の頁 120923 ~ 120923
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.biomaterials.2021.120923	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 Xie Yan, Lee Kyubae, Wang Xiuhui, Yoshitomi Toru, Kawazoe Naoki, Yang Yingnan, Chen Guoping	4. 巻 9
2. 論文標題 Interconnected collagen porous scaffolds prepared with sacrificial PLGA sponge templates for cartilage tissue engineering	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Materials Chemistry B	6. 最初と最後の頁 8491 ~ 8500
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d1tb01559a	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 Zheng Jing, Wang Yongtao, Kawazoe Naoki, Yang Yingnan, Chen Guoping	4. 巻 2022
2. 論文標題 Influences of viscosity on the osteogenic and adipogenic differentiation of mesenchymal stem cells with controlled morphology	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Materials Chemistry B	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D2TB00729K	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 Sun Rui, Chen Huajian, Sutrisno Linawati, Kawazoe Naoki, Chen Guoping	4. 巻 22
2. 論文標題 Nanomaterials and their composite scaffolds for photothermal therapy and tissue engineering applications	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Science and Technology of Advanced Materials	6. 最初と最後の頁 404 ~ 428
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/14686996.2021.1924044	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 Chen Guoping	4. 巻 9
2. 論文標題 Journal of Materials Chemistry B and Biomaterials Science Editor's choice web collection: "Recent advances in microfluidics"	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Materials Chemistry B	6. 最初と最後の頁 3606 ~ 3607
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d1tb90057a	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 陳 国平, 川添 直輝	4. 巻 13
2. 論文標題 再生医療のための高分子多孔質足場材料の研究開発	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 粉体技術	6. 最初と最後の頁 377-382
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 Chen Guoping, Kawazoe Naoki	4. 巻 1250
2. 論文標題 Regulation of Stem Cell Functions by Micro-Patterned Structures	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Advances in Experimental Medicine and Biology	6. 最初と最後の頁 141 ~ 155
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-15-3262-7_10	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 Chen Yazhou, Lee Kyubae, Yang Yingnan, Kawazoe Naoki, Chen Guoping	4. 巻 12
2. 論文標題 PLGA-collagen-ECM hybrid meshes mimicking stepwise osteogenesis and their influence on the osteogenic differentiation of hMSCs	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biofabrication	6. 最初と最後の頁 025027 ~ 025027
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1758-5090/ab782b	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 Lee Kyubae, Chen Yazhou, Yoshitomi Toru, Kawazoe Naoki, Yang Yingnan, Chen Guoping	4. 巻 9
2. 論文標題 Osteogenic and Adipogenic Differentiation of Mesenchymal Stem Cells in Gelatin Solutions of Different Viscosities	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Advanced Healthcare Materials	6. 最初と最後の頁 2000617 ~ 2000617
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adhm.202000617	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 Chen Huajian, Wang Xiuhui, Sutrisno Linawati, Zeng Tianjiao, Kawazoe Naoki, Yang Yingnan, Chen Guoping	4. 巻 8
2. 論文標題 Folic Acid-Functionalized Composite Scaffolds of Gelatin and Gold Nanoparticles for Photothermal Ablation of Breast Cancer Cells	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Bioengineering and Biotechnology	6. 最初と最後の頁 1 ~ 12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fbioe.2020.589905	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 Eviana Putri Nur Rofiqoh, Wang Xiuhui, Chen Ying, Li Xiaomeng, Kawazoe Naoki, Chen Guoping	4. 巻 30
2. 論文標題 Preparation of PLGA-collagen hybrid scaffolds with controlled pore structures for cartilage tissue engineering	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Progress in Natural Science: Materials International	6. 最初と最後の頁 642 ~ 650
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.pnsc.2020.07.003	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 Chen Yazhou, Lee Kyubae, Kawazoe Naoki, Yang Yingnan, Chen Guoping	4. 巻 114
2. 論文標題 ECM scaffolds mimicking extracellular matrices of endochondral ossification for the regulation of mesenchymal stem cell differentiation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Acta Biomaterialia	6. 最初と最後の頁 158 ~ 169
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.actbio.2020.07.049	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 Lee Kyubae, Chen Yazhou, Li Xiaomeng, Kawazoe Naoki, Yang Yingnan, Chen Guoping	4. 巻 63
2. 論文標題 Influence of viscosity on chondrogenic differentiation of mesenchymal stem cells during 3D culture in viscous gelatin solution-embedded hydrogels	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Materials Science & Technology	6. 最初と最後の頁 1~8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jmst.2020.05.018	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 川添 直輝、陳 国平	4. 巻 20
2. 論文標題 骨組織再生のための多孔質足場材料技術の新展開 薬物徐放化, 三次元マイクロパターン化	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Material Stage	6. 最初と最後の頁 32-36
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 Guoping Chen	4. 巻 VOL. 22
2. 論文標題 Multi-Functional Composite Scaffolds for Cancer Therapy and Tissue Engineering	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Biomedical Journal of Scientific & Technical Research	6. 最初と最後の頁 16414 ~ 16417
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.26717/BJSTR.2019.22.003703	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 Guoping Chen, Naoki Kawazoe	4. 巻 VOL. 2019
2. 論文標題 Decellularization Techniques for Preparation of Decellularized Extracellular Matrices in Tissue Engineering Applications	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ENCYCLOPEDIA OF ANALYTICAL CHEMISTRY	6. 最初と最後の頁 1~15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/9780470027318.a9472.pub2	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 Xihui Wang, Naoki Kawazoe, Guoping Chen	4. 巻 VOL. 9
2. 論文標題 Interaction of Immune Cells and Tumor Cells in Gold Nanorod-Gelatin Composite Porous Scaffolds	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nanomaterials	6. 最初と最後の頁 1367-1 ~ 11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/nano9101367	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 Yazhou Chen, Kyubae Lee, Naoki Kawazoe, Yingnan Yang, Guoping Chen	4. 巻 VOL. 7
2. 論文標題 PLGA-collagen-ECM hybrid scaffolds functionalized with biomimetic extracellular matrices secreted by mesenchymal stem cells during stepwise osteogenesis-co-adipogenesis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Materials Chemistry B	6. 最初と最後の頁 7195 ~ 7206
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c9tb01959f	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 Yazhou Chen, Kyubae Lee, Ying Chen, Yingnan Yang, Naoki Kawazoe, Guoping Chen	4. 巻 VOL. 5
2. 論文標題 Preparation of Stepwise Adipogenesis-Mimicking ECM-Deposited PLGA-Collagen Hybrid Meshes and Their Influence on Adipogenic Differentiation of hMSCs	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACS Biomaterials Science & Engineering	6. 最初と最後の頁 6099 ~ 6108
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsbmaterials.9b00866	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 Kyubae Lee, Yazhou Chen, Xiaomeng Li, Yongtao Wang, Naoki Kawazoe, Yingnan Yang, Guoping Chen	4. 巻 VOL. 7
2. 論文標題 Solution viscosity regulates chondrocyte proliferation and phenotype during 3D culture	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Materials Chemistry B	6. 最初と最後の頁 7713 ~ 7722
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c9tb02204j	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 川添 直輝, 陳 国平	4. 巻 19巻
2. 論文標題 再生医療用多孔質材料の設計・加工, および目指すべき機能	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Pharm stage	6. 最初と最後の頁 45 ~ 49
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 Sutrisno Linawati, Chen Huajian, Yoshitomi Toru, Kawazoe Naoki, Yang Yingnan, Chen Guoping	4. 巻 138
2. 論文標題 Preparation of composite scaffolds composed of gelatin and Au nanostar-deposited black phosphorus nanosheets for the photothermal ablation of cancer cells and adipogenic differentiation of stem cells	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Biomaterials Advances	6. 最初と最後の頁 212938 ~ 212938
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bioadv.2022.212938	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45件 (うち招待講演 14件 / うち国際学会 28件)

1. 発表者名 陳 国平, 川添 直輝
2. 発表標題 再生医療のための多孔質足場素材の開発
3. 学会等名 第20回日本再生医療学会総会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 陳 国平, 李 静超, ザン ジン, ワン シャフィ, 川添 直輝
2. 発表標題 Gold nanoparticles and their composite scaffolds for biomedical applications
3. 学会等名 7th Annual conference of Chinese Association of Nanobiology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 陳 国平, 王 永涛, 川添 直輝
2. 発表標題 Influence of Micropattern-Controlled Cell Morphology on Gene Transfection of Mesenchymal Stem Cells
3. 学会等名 The 19th Chinese Biophysics Congress (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 シエ ヤン, 川添 直輝, 吉富 徹, 陳 国平
2. 発表標題 Preparation of interconnected collagen scaffolds for cartilage regeneration
3. 学会等名 4th G'L'owing Polymer Symposium in KANTO (GPS-K 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 ストリスノ リナワティ, チェン ファージャン, 川添 直輝, 陳 国平
2. 発表標題 Preparation of Photothermal Scaffolds of Black Phosphorus Nanosheets and Gelatin
3. 学会等名 4th G'L'owing Polymer Symposium in KANTO (GPS-K 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 陳 国平
2. 発表標題 Functional Porous Scaffolds and Biomimetic Matrices for TERM Applications
3. 学会等名 TESMA Seminar Series 4/2021: Tissue Engineering and Regenerative Medicine: Wound healing models and scaffolds (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 陳 国平, ストリスノ リナワティ, 川添 直輝
2. 発表標題 黒リンナノシート/ゼラチン複合多孔質材料による乳がん細胞の温熱殺傷効果及び幹細胞の脂肪分化誘導効果
3. 学会等名 第70回高分子討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 ストリスノ リナワティ, チェン ファージャン, 川添 直輝, 陳 国平
2. 発表標題 Preparation of black phosphorus-loaded gelatin composite porous scaffolds for photothermal therapy and tissue regeneration applications
3. 学会等名 The 6th World Congress of the Tissue Engineering and Regenerative Medicine International Society (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 陳 国平, ワン シャフィ, 川添 直輝
2. 発表標題 Bifunctional scaffolds for adipogenic differentiation of mesenchymal stem cells and photothermal ablation of breast cancer cells
3. 学会等名 The 6th World Congress of the Tissue Engineering and Regenerative Medicine International Society (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 シエ ヤン, 川添 直輝, 吉富 徹, 陳 国平
2. 発表標題 Interconnected collagen porous scaffolds prepared with sacrificial PLGA sponge templates for cartilage tissue engineering
3. 学会等名 第43回日本バイオマテリアル学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 陳 国平, ワン シャフィ, 川添 直輝
2. 発表標題 Multifunctional Composite Scaffolds of Gelatin and Gold Nanoparticles
3. 学会等名 The 43rd Japanese Society for Biomaterials and 8th Asian Biomaterials Federation Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 ストリスノ リナワティ, チェン ファージャン, 吉富 徹, 川添 直輝, 陳 国平
2. 発表標題 Multi-Functional scaffolds of black phosphorus nanosheets and gelatin for photothermal therapy of breast cancer
3. 学会等名 The 43rd Japanese Society for Biomaterials and 8th Asian Biomaterials Federation Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 シエ ヤン, 川添 直輝, 吉富 徹, 陳 国平
2. 発表標題 Collagen scaffolds prepared with sacrificial templates for cartilage regeneration
3. 学会等名 The Material Research Meeting 2021 (MRM2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 ストリスノ リナワティ, チェン ファージャン, 川添 直輝, 陳 国平
2. 発表標題 Preparation of Composite Scaffolds of Black Phosphorus Nanosheets and Gelatin for Biomedical Applications
3. 学会等名 The Material Research Meeting 2021 (MRM2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 シエ ヤン, 川添 直輝, 吉富 徹, 陳 国平
2. 発表標題 Collagen scaffolds prepared with sacrificial PLGA sponge templates for cartilage tissue engineering
3. 学会等名 2021 TERMIS-AP Webinar Student Paper Contest (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 ストリスノ リナワティ, チェン ファージャン, 吉富 徹, 川添 直輝, 陳 国平
2. 発表標題 Black Phosphorus-Gelatin Multi-Functional Scaffolds for Adipose Tissue Engineering and Photothermal Therapy of Breast Cancer
3. 学会等名 2021 TERMIS-AP Webinar Student Paper Contest (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 陳 国平, ストリスノ リナワティ, 川添 直輝
2. 発表標題 黒リンナノシート/ゼラチン複合多孔質材料の温熱療法と再生医療への応用
3. 学会等名 第21回日本再生医療学会総会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 陳 国平
2. 発表標題 Functional Porous Scaffolds and Biomimetic Matrices for Tissue Regeneration
3. 学会等名 2022 Annual Meeting of Formosan Association of Regenerative Medicine (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 陳 国平
2. 発表標題 再生医療のための高分子多孔質足場材料の開発
3. 学会等名 第72回医用高分子研究会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 陳 国平
2. 発表標題 Porous Polymer Scaffolds and Biomimetic Matrices for Tissue Engineering
3. 学会等名 International Symposium on Emerging Materials for Biomedical Engineering
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 ストリスノ リナワティ, チェン ファージャン, 吉富 徹, 川添 直輝, 陳 国平
2. 発表標題 Black Phosphorus-Gelatin Composite Scaffolds for Photothermal Therapy and Adipose Tissue Regeneration
3. 学会等名 つくば医工連携フォーラム2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川添 直輝, イ キュベ, 吉富 徹, 陳 国平
2. 発表標題 粘性環境下での三次元培養による間葉系幹細胞の増殖および軟骨分化
3. 学会等名 第21回日本再生医療学会総会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 シエ ヤン, 川添 直輝, 吉富 徹, 陳 国平
2. 発表標題 Collagen scaffolds with Interconnected pore structures for cartilage tissue engineering
3. 学会等名 つくば医工連携フォーラム2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 チェン ファージャン, ワン シャフィ, 川添 直輝, 陳 国平
2. 発表標題 Preparation of composite scaffolds of folic acid-functionalized gold nanoparticles and gelatin for targeting photothermal therapy
3. 学会等名 つくば医工連携フォーラム2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 ゼン ジン, 王 永涛, 川添 直輝, 陳 国平
2. 発表標題 Exploring the effect of viscosity on osteogenic differentiation of mesenchymal stem cells on micropatterned surfaces
3. 学会等名 つくば医工連携フォーラム2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 陳 国平, Wang Xiuhui, 川添 直輝
2. 発表標題 Composite scaffolds of gold nanoparticles and gelatin for photothermal ablation of breast tumor cells and adipose tissue engineering
3. 学会等名 11th World Biomaterials Congress (WBC) 2020 Virtual (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 王 永涛、Yang Yingjun、川添 直輝、陳 国平
2. 発表標題 Influence of Cell Size, Shape and Elongation of Mesenchymal Stem Cells on Gene Transfection
3. 学会等名 11th World Biomaterials Congress (WBC) 2020 Virtual (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Chen Huajian、Sutrisno Linawati、川添 直輝、陳 国平
2. 発表標題 Preparation of folic acid-functionalized porous scaffolds of gelatin and gold nanoparticles
3. 学会等名 11th World Biomaterials Congress (WBC) 2020 Virtual (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kyubae Lee、川添 直輝、陳 国平
2. 発表標題 Matrix Viscosity-Related Influence on Chondrocyte Functions in Three-Dimensional Culture
3. 学会等名 11th World Biomaterials Congress (WBC) 2020 Virtual (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 川添 直輝、Wang Xinlong、陳 国平
2. 発表標題 Nanomechanics of Major Osteosarcoma Microenvironment Cells on Micropatterned Surface
3. 学会等名 11th World Biomaterials Congress (WBC) 2020 Virtual
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Sutrisno Linawati、Chen Huajian、川添 直輝、陳 国平
2. 発表標題 Preparation of black phosphorus-loaded gelatin composite porous scaffolds for photothermal therapy of breast tumor
3. 学会等名 11th World Biomaterials Congress (WBC) 2020 Virtual
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 陳 国平、Wang Xiuhui、川添 直輝
2. 発表標題 Multi-functional Scaffolds of Gold Nanoparticles and Gelatin for Photothermal Therapy and Tissue Engineering
3. 学会等名 5th International Symposium of Materials on Regenerative Medicine (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Sutrisno Linawati、Chen Huajian、吉富 徹、川添 直輝、陳 国平
2. 発表標題 Preparation of black phosphorus-loaded gelatin composite porous scaffolds for photothermal therapy of breast tumor and adipose tissue regeneration
3. 学会等名 3rd GLowing Polymer Symposium in KANTO (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Chen Huajian、Wang Xiuhui、川添 直輝、陳 国平
2. 発表標題 Preparation of folic acid-functionalized composite scaffolds of gelatin and gold nanoparticles for capturing and photothermal ablation of breast cancer cells
3. 学会等名 3rd GLowing Polymer Symposium in KANTO (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Wang Yongtao、Yang Yingjun、吉富 徹、川添 直輝、陳 国平
2. 発表標題 Regulation of Cell Size, Shape and Elongation by Micropatterns and Their Influence on Gene Transfection of Mesenchymal Stem Cells
3. 学会等名 3rd Glowing Polymer Symposium in KANTO (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 陳 国平
2. 発表標題 再生医療に役立つ生体吸収高分子多孔質足場材料の開発
3. 学会等名 第19回日本再生医療学会総会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 陳 国平、Wang Xiuhui、川添 直輝
2. 発表標題 ゼラチン/金ナノ粒子複合多孔質材料による乳がん細胞の温熱殺傷効果及び幹細胞の脂肪分化誘導効果の検討
3. 学会等名 第19回日本再生医療学会総会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 陳 国平
2. 発表標題 Functional Scaffolds and Biomimetic Matrices for Biomedical Applications
3. 学会等名 The First Asia Advanced Materials Summit (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 陳 国平
2. 発表標題 Functional Porous Scaffolds and Biomimetic Matrices to Promote Tissue Regeneration
3. 学会等名 Academic Forum of Interdisciplinary Biology and Inaugural Ceremony of Exploration (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Guoping Chen, Xiuhui Wang, Naoki Kawazoe
2. 発表標題 Bifunctional Composite Scaffolds of Gold Nanoparticles and Gelatin for Photothermal Ablation of Breast Tumor Cells and Adipose Tissue Engineering
3. 学会等名 The 19th Asian BioCeramic Symposium (2019ABC) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Guoping Chen, Ying Chen, Naoki Kawazoe
2. 発表標題 Dexamethasone-Loaded Composite Scaffolds for Osteogenic Differentiation of Human Bone Marrow-Derived Mesenchymal Stem Cells
3. 学会等名 TERMIS-AP 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Guoping Chen, Naoki Kawazoe
2. 発表標題 Preparation of Porous Scaffolds and Their Applications for Tissue Engineering
3. 学会等名 2019 International Symposium & Fall Meeting of The Korean Society for Biomaterials (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 陳 国平, ワン シャフィ, 川添 直輝
2. 発表標題 脂肪組織再生と乳がん光熱治療の機能を兼ね備えたゼラチン/金ナノロッド複合足場材料の作製
3. 学会等名 第68回高分子討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Xiuhui Wang, Naoki Kawazoe, Guoping Chen
2. 発表標題 A Bifunctional Porous Gelatin Scaffold Embedded with Gold Nanorods for Photothermal Cancer Therapy and Tissue Regeneration
3. 学会等名 The 41st Annual Meeting of the Japanese Society for Biomaterials
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Xiuhui Wang, Naoki Kawazoe, Guoping Chen
2. 発表標題 Bifunctional scaffolds for photothermal breast cancer therapy and adipose tissue regeneration
3. 学会等名 Materials Research Meeting 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計4件

1. 著者名 川添 直輝、陳 国平	4. 発行年 2020年
2. 出版社 シーエムシー出版	5. 総ページ数 227
3. 書名 「再生医療用足場材料の作製技術動向」 『再生医療・細胞治療の技術と市場2020』	

1. 著者名 陳 国平、田中 順三	4. 発行年 2020年
2. 出版社 東京化学同人	5. 総ページ数 496
3. 書名 「再生医療」 『基礎高分子科学 第2版』	

1. 著者名 川添直輝、陳国平	4. 発行年 2019年
2. 出版社 シーエムシー出版	5. 総ページ数 254
3. 書名 「関節骨再生を促進する複合多孔質足場材料の開発」佐藤正人監修 『軟骨再生を促進する複合多孔質足場材料の開発』	

1. 著者名 川添直輝、陳国平	4. 発行年 2019年
2. 出版社 シーエムシー出版	5. 総ページ数 315
3. 書名 「多孔質材料の構造制御や生理活性物質の複合化による細胞機能制御」 配島由二監修 『無機/有機材料の表面処理・改質による生体適合性付与』	

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 黒リンナノシートと生体吸収性高分子との複合多孔質材料及びその製造方法	発明者 陳 国平、川添 直輝、ストリスノ リナワティ	権利者 物質・材料研究機構
産業財産権の種類、番号 特許、2020-196106	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔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	川添 直輝 (KAWAZOE Naoki) (90314848)	国立研究開発法人物質・材料研究機構・機能性材料研究拠点・主席研究員 (82108)	

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