

令和 4 年 6 月 26 日現在

機関番号：23201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K05235

研究課題名(和文)食品偽装・医薬品偽造防止表面加工用植物由来水溶性ナノパターニング可食材料

研究課題名(英文) water-soluble nanopatterning material using water-coating and water-developable processes for edible pharmaceutical polymer films

研究代表者

竹井 敏 (Satoshi, Takei)

富山県立大学・工学部・教授

研究者番号：90580069

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：水で塗布し、水で現像するフォトリソグラフィ用砂糖由来水溶性ナノパターニング可食材料の設計指針・要素技術について研究を進めた。新型コロナウイルス感染拡大により、国内外の量産型露光装置へのアクセスに制限があったが、おおむね順調に進展した。天然資源を活用した砂糖由来のフォトリソグラフィ用水溶性ナノパターニング材料の学術論文、外部講演発表、展示会出展、及び新聞等の公開に加え、レジストの知的財産権の有償譲渡を達成でき、日本が得意とする高付加価値機能材の産業力強化へ貢献できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

食品偽装・医薬品偽造の拡大が世界的な問題として消費者・患者の安全や生産者の信用、品質保証、更に高付加価値食品・創薬研究を揺るがす脅威となっている。

食品・医薬品カプセル・錠剤上に直接偽造防止ホログラムのナノパターニング加工が行える研究成果物 フォトリソグラフィ用砂糖由来水溶性ナノパターニング可食材料を活用して、微細加工材料の新規な分野・用途展開を加速すると共に、地域(富山)の旗艦産業である医薬品・食品分野の信頼回復を目指す。

研究成果の概要(英文)：Surface nanofabrication of edible pharmaceutical polymer films was expected with the next generation of holographic technology. The nanofabrication was generally performed on inedible and mechanically hard substrates such as semiconductors and metals, which are not suitable for incorporation into the human body in medical applications.

This work concerns negative-tone water soluble resists containing amylopectin and amylose derivatives for safety oriented photolithography of edible pharmaceutical polymer films that can be used in drug capsules and enteric coating materials. Organic developers and solvents contained in commonly used resists cause damage and contamination between the resist and pharmaceutical polymer films in the resist coating, and during photolithographic development. An optimized resist formulation and photosensitivity led to well-patterned 300 nm lines on hydroxypropyl methylcellulose.

研究分野：フォトリソグラフィ

キーワード：水溶性高分子 糖鎖誘導体合成 フォトレジスト 電子線リソグラフィ 微細加工 ホログラフィ 品質保証 ライフサイエンス

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。

### 1. 研究開始当初の背景

食品偽装・医薬品偽造の拡大が世界的な問題として消費者・患者の安全や生産者の信用、品質保証、更に高付加価値食品・創薬研究を揺るがす脅威となっている。最新の食品ラベル・医薬品パッケージ・容器には、2次元バーコードやRFIDタグ等の偽装・偽造防止技術が使われ始めている。しかし、食品・医薬品カプセル・錠剤には、簡易的な商品名・生産地等が記載されているが、比較的容易に偽造できる問題があった。

次世代の偽装・偽造防止技術として、食品・医薬品カプセル・錠剤のコーティング材表面に直接ホログラム加工を施す研究に期待が寄せられている社会要請があった。

従来のフォトリソグラフィ用ナノマイクロパターニング材料(レジスト)は、アクリルやエステル等の非植物原料から合成され、有機溶媒で塗布して、アルカリ現像液や有機溶媒で現像するため、食品・医薬品カプセル・錠剤とコンタミネーションが生じ、ホログラム加工用パターン形成や構造色付与が難しい課題があった。

有機溶媒や強アルカリ現像液を必要としない植物由来水溶性ナノパターニング材料の学術的研究により、食品・医薬品カプセル・錠剤上にホログラム加工・構造色付与が可能となり、偽装・偽造の根絶に貢献することを目指した。

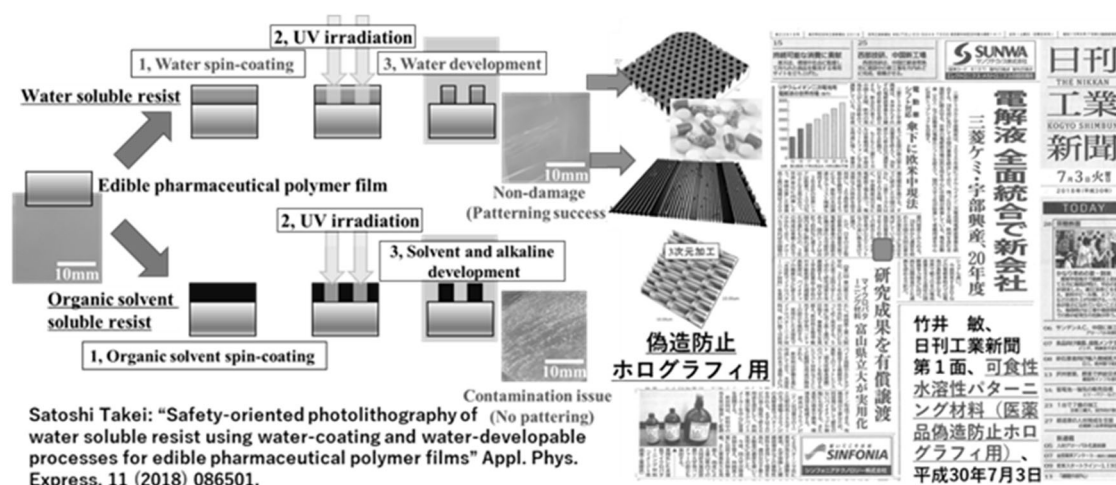


図1 天然資源を活用した砂糖由来の水溶性フォトリソグラフィ用マイクロパターニング材料(レジスト)の利点・成果物の社会貢献

### 2. 研究の目的

本研究では、食品・医薬品カプセル・錠剤上に直接偽造防止ホログラムのナノパターニング加工が行える300nmの解像度(最小加工幅)の実現のため、水で塗布し、水で現像するフォトリソグラフィ用植物由来水溶性ナノパターニング可食材料を創出し、設計指針・要素技術を解明する目的があった。

研究開始当初には、2μmの解像度を実現できた、水で塗布し、水で現像できるグルコース系マイクロパターニング・リソグラフィ用水溶性マイクロパターニング・レジスト材料の実用化・有償譲渡に結びつけた(日刊工業新聞 第1面(平成30年7月3日)、北日本新聞 第1と28面(平成30年7月31日)、日刊工業新聞 第1面(平成29年4月25日)、Appl. Phys. Lett., 101(2012) 033106、Appl. Phys. Express, 10(2017) 076502、平成29年とやま賞、及び平成30年 World Academic Champion-2018 in Nanotechnology等)。2015年の法人化後本学の初めての社会貢献となった水溶性レジストの研究成果物の更なる細線化・微細化を加速する本研究を3年間行った。

### 3. 研究の方法

新機能となる食品・医薬品カプセル・錠剤上に直接偽装・偽造防止のホログラム・構造色付与のナノパターニング加工ができる300nmの高解像度な特性を有する、天然資源を活用した砂糖由来のフォトリソグラフィ用水溶性ナノパターニング可食材料の設計指針とナノ加工条件の要素技術を3年間で解明するため、以下に示す研究方法で遂行した。

初年度は「砂糖」・「寒天」を酵素分解後に溶解性の異なる溶液で水洗し、抽出・精製・フルオロ化した多糖類グルコース・アガロースの水酸基の一部に光感光性アクリレート基を化学修飾した植物由来水溶性ナノパターニング可食材料を複数合成・精製した。光感光性アガロース誘導体のメタクリレート置換率・分子量等の調整を行った。液体クロマトグラフィーにより未反応モ

ノマー濃度とゲル浸透クロマトグラフィー(Gel Permeation Chromatography : GPC)により分子量・その分布を毎工程で分析し、水で塗布し、水で現像できるグルコース系マイクロパターンニング・リソグラフィ用水溶性ナノマイクロパターンニング・レジスト材料の精製条件を確立した。2年目以降の感光性・現像性を兼ね備えた水溶性ナノマイクロパターンニング・レジストの材料設計の鍵となる要素の解明のため、植物由来率・分子量・分散値やメタクリレート置換基・フッ素置換基・水酸基の濃度が異なる複数の候補材料も準備した。

2年目においては、初年度の有機合成に加えて、食品・医薬品カプセル・コーティング材上の塗布性やコンタミネーションの有無、可食性・毒性試験等の安全性、並びに単膜での機械的・光学的な基礎物性を評価した。研究室保有の簡易型 365nm コンタクト露光装置と位相シフトマスク、及びレーザー干渉露光装置を使用して、セルロース基板や医薬品カプセル・錠剤のコーティング基板上に 365nm 光で 500nm 以下のナノ加工を行った。SEM や SPM により断面・表面形状を確認し、砂糖由来水溶性ナノパターンニング可食材料のスクリーニングを実施した。

最終年度となった 3 年目においては、前年度のスクリーニングの継続と共に、大型露光装置 (193,248,365nm) スキャナー・ステッパを使用して、300nm のナノ加工を行った。最初に、研究室内に保有する電子線リソグラフィ描画装置とプラズマエッチング装置の活用により、偽装・偽造防止用ホログラム・構造色付与に適用できるフォトマスクを設計・準備した。次に、本研究目的のホログラム加工ができるフォトマスクを用いて、パターン形状を観察し、設計要素(フルオログルコース・アガロース誘導体の分子構造・分子量・分散値・光反応基濃度・水酸基濃度・水膨潤抑制基の濃度)とプロセス要素(光照射量・焼成条件・水現像条件)に反映させる研究サイクルを約 1 か月毎に繰り返し、要素の抽出を行った。偽装・偽造防止ホログラム加工・構造色付与特性を評価した。

#### 4. 研究結果

初年度は、当初の計画以上に進展した。水溶性ナノマイクロパターンニング・レジスト材料の主成分の多糖類の分子構造、化学修飾基、及びそれらの導入率の異なるサンプルを用意し、研究代表者が保有する簡易的なラボ用コンタクトアライナーにて加工評価を重ね、新たな知的財産権の申請を実施できた成果があった。知的財産権出願 2 件、英語査読付き英語学術論文 2 報、学会発表 8 件、展示会出展 2 件、及び新聞雑誌記事 2 件等により公開した。

新規企業と共同研究も開始でき、更に本研究に関心ある社会人博士課程学生が入学し本学の学術的教育研究が加速できた。

2年目は新型コロナウイルス感染拡大により、装置メーカーや原材料メーカーでのナノ加工や高次分析評価の協業に支障があったが、本学での有機合成や基礎分析がおおむね順調に進展した。主成分の多糖類の分子構造、化学修飾基、及びそれらの導入率の異なるサンプルを新たな側鎖でスクリーニングを行い、水溶性に優れ、有毒な光硬化未反応低分子モノマーの除去性が良く、水現像時の膨潤を抑え、好適な感度と水による現像性の両立を可能とする主骨格であるフルオログルコース・アガロース (寒天) 誘導体を見出すことができた。

最終年度は、水で塗布し、水で現像するフォトリソグラフィ用砂糖由来水溶性ナノパターンニング可食材料の設計指針・要素技術について研究を進め、3年間の研究を総括した。3年目も新型コロナウイルス感染拡大により、国内外の量産型露光装置へのアクセスに制限があったが、おおむね順調に進展した。天然資源を活用した砂糖由来のフォトリソグラフィ用水溶性ナノパターンニング材料の学術論文、外部講演発表、展示会出展、及び新聞等の公開に加え、レジストの知的財産権の有償譲渡を達成でき、日本が得意とする高付加価値機能材の産業力強化へ貢献できた。

今後、食品・医薬品カプセル・錠剤上に直接偽造防止ホログラムのナノパターンニング加工が行える研究成果物 フォトリソグラフィ用砂糖由来水溶性ナノパターンニング可食材料を活用して、微細加工材料の新規な分野・用途展開を加速すると共に、地域 (富山) の旗艦産業である医薬品・食品分野の信頼回復を目指す予定である。



図2 天然資源を活用した砂糖由来の水溶性ナノマイクロパターンニング材料 (レジスト) のフォトリソグラフィプロセスとホログラムパターンのナノ加工結果

主な発表論文等

[雑誌論文]

1. Kazuho Kurematsu, Satoshi Takei, Kento Mizui, Makoto Hanabata: "Development of cellulose derivative mold for imprint lithography" *Journal of Photopolymer Science and Technology*, 32(2019) 131-136.
2. Naoto Sugino, Kazuho Kurematsu, Kento Mizui, Makoto Hanabata, Satoshi Takei, "Improvement of Gas Permeability of Gas Permeable Mold with Lattice Structure for Reduction of Transfer Failure in Photoimprint Lithography" *Journal of Photopolymer Science and Technology*, 32(2019) 627-632.
3. Kazuho Kurematsu, Satoshi Takei, Shinya Nakazima, Kento Mizui, Soichiro Takamatsu, Daiki Hirata, Makoto Hanabata: "Comparison of gas permeable mold with acryl substituents for silver nano-paste imprint patterning" *Microelectronic Engineering* (2019) 111085.
4. Satoshi Takei: "Direct nanoimprint lithography of polyethersulfone using cellulose-based mold, *Macromolecular Materials and Engineering*, (2020) 1900853.1-4.
5. Toru Amano, Daiki Hirata, Yumi Hasegawa, Satoshi Takei "Evaluation of nano-patterning performance of water-soluble material for photoresist using sugar chain" *Journal of Photopolymer Science and Technology*, 33(2020) 445-450
6. Satoshi Takei and Kaori Yasuda: "Fabrication of nanostructured antibacterial film derived from oligoglucosamine in ultraviolet nanoimprint lithography using solvent-permeable template" *Appl. Phys. Express*, 13 (2020) 106506:1-5.
7. Toru Amano, Makoto Kobayashi, Satoshi Takei "Micropatterning performance and physical characteristics of water-soluble high molecular weight polysaccharide photoresist materials" *Journal of Photopolymer Science and Technology*, 34(2021) 181-186.
8. Toru Amano, Makoto Kobayashi, Satoshi Takei "Effect of sugar chain binding mode on water-soluble micropatterning performance and physical characteristics" *Journal of Photopolymer Science and Technology*, 34(2021) 187-193.
9. Syoji Ito, Misato Funaoka, Itsuo Hanasaki, Satoshi Takei, Masakazu Morimoto, Masahiro Irie, Hiroshi Miyasaka "Visualization of the microstructure and the position-dependent diffusion coefficient in a blended polymer solid using photo-activation localization microscopy combined with single-molecule tracking based on one-color fluorescence-switching of diarylethene" *Polym. Chem.*, 2022,13, 736-740.
10. Syoji Ito, Kengo Hiratsuka, Satoshi Takei, Hiroyasu Nishi, Daichi Kitagawa, Seiya Kobatake, Hiroshi Miyasaka "Spatial distribution of single guest molecules along thickness of thin films of poly(2-hydroxyethyl acrylate)" *Photochemical & Photobiological Sciences*, 2022, 1-10.
11. Rio Yamagishi, Sayaka Miura, Kaori Yasuda, Naoto Sugino, Takao Kameda, Yuki Kawano, Yoshiyuki Yokoyama, Satoshi Takei: "Thermal nanoimprint lithography of sodium hyaluronate solutions with gas permeable inorganic hybrid mold for cosmetic and pharmaceutical applications" *Appl. Phys. Express*, 15 (2022) 046502

[学会発表・新聞]

1. 竹井 敏、「薬剤使わず抗菌プラスチック」、北日本新聞 第1面、令和元年6月24日(2019)
2. 安田 佳織、竹井 敏、「薬剤使わない抗菌プラ開発」、北日本新聞 第22面、令和2年5月25日(2020)
3. 竹井 敏、「ガス透過性金型を用いる化粧品開発」第1回 化粧品 開発展 [大阪] -COSME Tech 2020 [OSAKA] 2020年9月11日
4. 竹井 敏、「プラスチック射出成形技術の差別化(ガス透過性金型による表面ナノ加工と機能発現) 北陸経済連合会 2020年9月25日
5. 竹井 敏、「ナノ加工用ガス透過性金型の研究進捗」北陸技術交流テクノフェア 2020 on the Web 2020年11月18日
6. 杉野 直人、亀田 隆夫、竹井 敏、横山 義之、川野優希、「高分子 - 金属ハイブリッド射出成形金型における微細転写技術の開発」成形加工シンポジウム'20 (富山) 2020年12月1日
7. 竹井 敏、「ナノ加工と生物模倣による医療材料・機器デバイスの最先端」富山大学 PME 養成プログラム 2020 第20回 公開セミナー 2020年12月8日
8. 竹井 敏、「セルロースを活用したプラスチック表面ナノ加工用ガス透過性モールドの研究進捗」セルロース学会東海・北陸支部 第15回講演見学会 2020年12月17日
9. 竹井 敏、瀬戸 美佑「富山県大、コラーゲンで超微細針 経皮薬や化粧品に」、日刊工業新聞 第1面、令和2年12月23日(2020)
10. 竹井 敏、「技術創出へ「橋渡し」担う」、北日本新聞 第17面、令和3年2月18日(2021)
11. 竹井 敏、「SDGs視点のあんパン オートミール使い開発へ」、北日本新聞 第27面、令和3年9月30日(2021)
12. 竹井敏、山岸里緒、三浦早耶香「ガス透過性金型による1cm<sup>2</sup>当たり100万本以上の超微細なマイクロニードルの開発」化粧品 開発展 [東京] -COSME Tech 2021 2022年1月14日
13. 竹井敏、杉野直人、亀田隆夫、横山義之、川野優希「ナノ加工用ガス透過性金型の研究進捗」北陸技術交流テクノフェア 2021 2021年10月21日
14. 太田貴之、天野達、小林誠、竹井敏、安田佳織「糖鎖を用いた水溶性微細パターンニング材料の性能評価」ネットワークポリマー講演討論会 2021 2021年11月8日
15. 長谷川祐美、成安花南、竹井敏、杉野直人、亀田隆夫、横山義之、川野優希「ガス透過性ハイブリット金型を用いた射出成形」、高分子学会北陸支部研究発表会、オンライン、2021年11月28日

## 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 0件）

1. 著者名 Takei Satoshi, Yasuda Kaori	4. 巻 13
2. 論文標題 Fabrication of nanostructured antibacterial film derived from oligoglucosamine in ultraviolet nanoimprint lithography using a solvent-permeable template	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Applied Physics Express	6. 最初と最後の頁 106506 ~ 106506
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1882-0786/abb9ea	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 竹井敏	4. 巻 118
2. 論文標題 セルロースナノファイバー誘導体を含有するガス透過性モールドによるマイクロインプリント加工	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 RadTech Japan NEWS LETTER	6. 最初と最後の頁 1~7
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 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 Satoshi Takei	4. 巻 1900853
2. 論文標題 Direct nanoimprint lithography of polyethersulfone using cellulose-based mold	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Macromolecular Materials and Engineering	6. 最初と最後の頁 1900853.1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/mame.201900853	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 Toru Amano, Daiki Hirata, Yumi Hasegawa, Satoshi Takei	4. 巻 33
2. 論文標題 Evaluation of nano-patterning performance of water-soluble material for photoresist using sugar chain	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Photopolymer Science and Technology	6. 最初と最後の頁 1-4
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 -

1. 著者名 Rio Yamagishi, Sayaka Miura, Kaori Yasuda, Naoto Sugino, Takao Kameda, Yuki Kawano, Yoshiyuki Yokoyama, Satoshi Takei	4. 巻 15
2. 論文標題 Thermal nanoimprint lithography of sodium hyaluronate solutions with gas permeable inorganic hybrid mold for cosmetic and pharmaceutical applications	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Appl. Phys. Express	6. 最初と最後の頁 046502.1-5
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 -

1. 著者名 Syoji Ito, Kengo Hiratsuka, Satoshi Takei, Hiroyasu Nishi, Daichi Kitagawa, Seiya Kobatake, Hiroshi Miyasaka	4. 巻 1-10
2. 論文標題 Spatial distribution of single guest molecules along thickness of thin films of poly(2-hydroxyethyl acrylate)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Photochemical & Photobiological Sciences	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) 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 -

1. 著者名 Syoji Ito, Misato Funaoka, Itsuo Hanasaki, Satoshi Takei, Masakazu Morimoto, Masahiro Irie, Hiroshi Miyasaka	4. 巻 13
2. 論文標題 Visualization of the microstructure and the position-dependent diffusion coefficient in a blended polymer solid using photo-activation localization microscopy combined with single-molecule tracking based on one-color fluorescence-switching of diarylethene	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Polym. Chem.	6. 最初と最後の頁 736-740
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 -

1. 著者名 Toru Amano, Makoto Kobayashi, Satoshi Takei	4. 巻 34
2. 論文標題 Effect of sugar chain binding mode on water-soluble micropatterning performance and physical characteristics	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Photopolymer Science and Technology	6. 最初と最後の頁 187-193
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 -

1. 著者名 Toru Amano, Makoto Kobayashi, Satoshi Takei	4. 巻 34
2. 論文標題 Micropatterning performance and physical characteristics of water-soluble high molecular weight polysaccharide photoresist materials	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Photopolymer Science and Technology	6. 最初と最後の頁 181-186
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 -

〔学会発表〕 計23件 (うち招待講演 5件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 竹井敏
2. 発表標題 プラスチック射出成形技術の差別化 (ガス透過性金型による表面ナノ加工と機能発現)
3. 学会等名 北陸経済連合会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹井敏
2. 発表標題 ナノ加工と生物模倣による医療材料・機器デバイスの最先端
3. 学会等名 富山大学 PME養成プログラム 2020 第20回 公開セミナー (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 杉野 直人、亀田 隆夫、竹井 敏、横山 義之、川野優希
2. 発表標題 高分子金属ハイブリッド射出成形金型における微細転写技術の開発
3. 学会等名 成形加工シンポジア'20 (富山)
4. 発表年 2020年



1. 発表者名 竹井敏
2. 発表標題 セルロースを活用したプラスチック表面ナノ加工用ガス透過性モールドの研究進捗
3. 学会等名 セルロース学会東海・北陸支部 第15回講演見学会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹井敏
2. 発表標題 ガス透過性金型を用いる化粧品開発
3. 学会等名 第1回 化粧品 開発展 [大阪] -COSME Tech 2020 [OSAKA]（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹井敏
2. 発表標題 充実した研究環境を誇る大学のクリーンルームに「アイ・コンパクトEB」を導入
3. 学会等名 岩崎電気ニュースレター（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 安田佳織、竹井敏
2. 発表標題 薬剤使わない抗菌プラ開発
3. 学会等名 北日本新聞 第22面
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹井敏
2. 発表標題 富山県大、コラーゲンで超微細針 経皮薬や化粧品に
3. 学会等名 日刊工業新聞 第1面
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹井敏
2. 発表標題 技術創出へ「橋渡し」担う
3. 学会等名 北日本新聞 第17面
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 平田 大樹, 樽松 一穂, 竹井 敏
2. 発表標題 天然高分子を用いた水塗布水現像可能なレジスト材料の開発
3. 学会等名 2019年度高分子学会北陸支部研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 樽松 一穂, 平田 大樹, 竹井 敏
2. 発表標題 ガス透過性モールドを用いた銀ナノペーストインプリントリソグラフィの繰り返し転写
3. 学会等名 2019年度高分子学会北陸支部研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 奥村 隼多, 樽松 一穂, 竹井 敏
2. 発表標題 インプリントリソグラフィ用ガス透過性モールドの工業用プラスチックへの適用
3. 学会等名 2019年度高分子学会北陸支部研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 樽松 一穂, 平田 大樹, 竹井 敏
2. 発表標題 ルロース誘導体を用いたインプリントリソグラフィ用モールドの開発
3. 学会等名 応用物理学会 北陸・信越支部 学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 平田 大樹, 樽松 一穂, 竹井 敏
2. 発表標題 植物由来材料を用いた水塗布及び水現像によるフォトリソグラフィ
3. 学会等名 応用物理学会 北陸・信越支部 学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 瀬戸 美佑, 竹井 敏
2. 発表標題 ナノインプリントリソグラフィによる生体医療材料の防汚性の向上
3. 学会等名 応用物理学会 北陸・信越支部 学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 加藤 桃子, 竹井 敏
2. 発表標題 マイクロニードルの加工法に応用されるガス透過性モールドの開発
3. 学会等名 応用物理学会 北陸・信越支部 学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 針原 友貴奈, 竹井 敏
2. 発表標題 ナノインプリントソグラフィによる溶媒透過性多孔質モールドを 使用したモスアイ金ナノ加工
3. 学会等名 応用物理学会 北陸・信越支部 学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 竹井 敏, 安田佳織
2. 発表標題 化粧品用機能性微細加工材料技術
3. 学会等名 国際化粧品開発展2020 ガス透過性金型を用いる化粧品開発
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 竹井 敏, 安田佳織
2. 発表標題 ガス透過性ナノインプリント用材料と水溶性パターンニング材料の開発
3. 学会等名 Nano tech 2020 国際ナノテクノロジー総合展・技術会議
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 長谷川祐美、成安花南、竹井敏、杉野直人、亀田隆夫、横山義之、川野優希
2. 発表標題 ガス透過性ハイブリット金型を用いた射出成形
3. 学会等名 高分子学会北陸支部研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 太田貴之、天野達、小林誠、竹井敏、安田佳織
2. 発表標題 鎖を用いた水溶性微細パターンニング材料の性能評価
3. 学会等名 ネットワークポリマー講演討論会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 竹井敏、山岸里緒、三浦早耶香
2. 発表標題 ガス透過性金型による100万本以上の超微細なマイクロニードルの開発
3. 学会等名 化粧品 開発展 [東京] -COSME Tech 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 竹井敏
2. 発表標題 水で塗布し、水で現像するフォトリソグラフィ用砂糖由来水溶性ナノパターンニング可食材料
3. 学会等名 化粧品 開発展 [東京] -COSME Tech 2021
4. 発表年 2021年

## 〔図書〕 計1件

1. 著者名 竹井敏	4. 発行年 2019年
2. 出版社 オーム社	5. 総ページ数 6.14.1-6
3. 書名 ナノインプリント技術ハンドブック	

## 〔出願〕 計3件

産業財産権の名称 水溶性糖類、感光性組成物、および水溶性糖類の製造方法	発明者 竹井敏、天野達、小 林誠	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2021- 58755	出願年 2021年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 水溶性糖類、感光性組成物、および水溶性糖類の製造方法	発明者 竹井敏 天野達	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020- 63051	出願年 2020年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 抗菌成形体およびその製造方法	発明者 安田佳織、竹井敏	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020- 42254	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

## 〔取得〕 計0件

## 〔その他〕

研究オリジナリティ・成果 <a href="https://www.pu-toyama.ac.jp/PH/takeislabo/originality.html">https://www.pu-toyama.ac.jp/PH/takeislabo/originality.html</a>
---

## 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			
ベルギー	IMEC			
米国	NNIN			
シンガポール	IME			