

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 26 日現在

機関番号：13601

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2010～2013

課題番号：22350103

研究課題名(和文) 超微細繊維構造を特徴とする新規な生体接着・接合材料の創出

研究課題名(英文) Development of novel bioadhesive and joint materials having nano-scale fibrous structures

研究代表者

大川 浩作(OHKAWA, Kousaku)

信州大学・繊維学部・准教授

研究者番号：60291390

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 9,200,000円、(間接経費) 2,760,000円

研究成果の概要(和文)：セルロースおよびキトサン等の天然多糖、または、ヒドロキシプロピルセルロース等の修飾多糖溶液をエレクトロスピンニングして作成した微細繊維不織布を化学修飾し、接着機能性を持つ分子を微細繊維表面に化学結合により導入することに成功した。コンジュゲート分子合成を経由せずとも微細繊維不織布の機構化が可能であり、母体高分子として多糖だけでなくタンパク質系高分子も利用可能となった。新規な水中接着・繊維形成能を持つ水生昆虫由来のシルクタンパク質に着目し、平均繊維直径が110nm以下のナノファイバー不織布を得ることに成功した。これらの試料を用いてバイオメディカルマテリアル研究への展開が可能となった。

研究成果の概要(英文)：Chemical modification of electrospun cellulose, chitosan, hydroxypropyl cellulose non-woven fabrics were examined for development of biological adhesive materials, which immobilized sticky peptide domain inspired from marine and freshwater organisms. The successful preparations of those novel adhesive materials suggest their applications for immobilized enzymes, or, tissue engineering materials. A silk protein from aquatic insect was also tested for preparation of electrospun non-woven fabrics and resulting nano-fibrous structure is promising properties to be applied as scaffolds for osteoblast cultures and so on.

研究分野：化学

科研費の分科・細目：材料化学・高分子繊維材料

キーワード：生物由来高分子 ナノファイバー 水中接着 水中接合 エレクトロスピンニング 超微細繊維不織布

1. 研究開始当初の背景

(i) 合成ポリアミノ酸、タンパク質、キトサン、および、セルロースを含む生体関連高分子の微細繊維(ナノファイバー)形成技術、(ii) 水棲付着生物の接着性タンパク質の精製、構造決定、および、モデル化合物の高分子合成技術、さらに、(iii) 合成リン酸化ポリペプチドの高分子合成および生体硬組織形成(バイオミネラリゼーション)に基づく組織工学材料創出に関する研究を継続してきた。本申請課題では、上記(i)-(iii)をコア技術として統合し、生体関連高分子微細繊維に生体接着・接合機能を付与した新規なバイオメディカルマテリアルを創生するための基礎・応用研究を4年間にわたり実施する。申請期間内では実用化は目指さず、基礎臨床実験までを目標とする。虫歯予防もしくは上皮組織軽度裂傷の処置に使用可能な医薬品の開発につなげる。

2. 研究の目的

本申請課題における達成目標を下記に列挙する。分子設計・合成、繊維材料作成とその評価が主だった目標であり、臨床応用・実用化までは視野に入っていない。しかし、*in vitro* 系の細胞実験は実施する計画である。(a) 水中接着・接合機能を持つバイオコンジュゲートの合成手法の確立：水生生物由来接着タンパク質の接着機能ドメインペプチド、および、硬組織形成に関与するリン酸化タンパク質の機能ドメイン(詳細は研究計画参照)をペンダントグループとして導入した多糖(キトサン、セルロースなど)およびタンパク質(ゼラチンなど)を設計し合成する。(b) 上記(a)の機能を持つ微細繊維材料の創出：多糖・タンパク質を主材として用い、(a)において合成した種々のバイオコンジュゲートと混合して(i)の手法によりナノ・サブミクロスケールの微細繊維を作成する。微細繊維の主材は、高生体適合性が保証されているセルロース誘導体もしくはキトサン誘導体を用いる。(c) 軟・硬組織間接合・接合性能の評価：上記(c)の課題において作成した微細繊維材料の接着・接合性能を評価する。

3. 研究の方法

セルロースおよびキトサン等の天然多糖、または、ヒドロキシプロピルセルロース等の修飾多糖溶液をエレクトロスピンニングして作成した微細繊維不織布を化学修飾し、保護アミノ酸およびペプチド等の接着機能性を持つ分子を微細繊維表面に化学結合により導入することに成功した。

4. 研究成果

上記の様に作成した接着分子結合微細繊維不織布を適切な酸または塩基性条件下で処理を行い、保護基の除去も可能であることが分かった。このような手法を用いることで、コンジュゲート分子合成を経由せずとも微

細繊維不織布の機構化が可能であり、母体高分子として多糖だけでなくタンパク質系高分子も利用可能となった。この成果により、新規な水中接着・繊維形成能を持つ水生昆虫由来のシルクタンパク質に着目し、その精製およびアミノ酸配列の解析を行った。水生昆虫シルクタンパク質は、非常に高度にホスホリル化を受けていることが判明し、このような性質は生体組織接合、特に、硬組織の接着に適していると考えられる。そこで、水生昆虫シルクタンパク質を原料とし、エレクトロスピンニングにより微細繊維化をこころみたところ、平均繊維直径が110nm以下のナノファイバー不織布を得ることに成功した。さらにシルクナノ不織布上での骨芽細胞の接着・伸展形態は良好であることが判明した。この成果により、コンジュゲート化を経由すること無く、キトサン、セルロース、シルクタンパク質のコンポジットナノファイバー不織布を得、これらの試料を用いてバイオメディカルマテリアル研究への展開が可能となった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計12件)

1. Jun Araki, Kousaku Ohkawa, Yusuke Uchida and Yoshihiko Murakami (2012). Synthesis of a "molecular rope curtain": Preparation and characterization of a sliding graft copolymer with grafted poly(ethylene glycol) side chains by the "grafting onto" strategy. *Journal of Polymer Science Part A-Polymer Chemistry* **40** (3), 488-494.
2. Jun Araki, Yuta Yamanaka and Kousaku Ohkawa (2012). Chitin-chitosan nanocomposite gels: reinforcement of chitosan hydrogels with rod-like chitin nanowhiskers.
3. Viswanathamurthi Periasamy, Kesavan Devarayan, Masakazu Hachisu, Jun Araki and Kousaku Ohkawa (2012). Chemical modifications of electrospun non-woven hydroxypropyl cellulose fabrics for immobilization of aminoacylase-I. *Journal of Fiber Bioengineering and Informatics* **5** (2), 1-15.
4. Kousaku Ohkawa, Yumi Miura, Takaomi Nomura, Ryoichi Arai, Koji Abe, Masuhiro Tsukada and Kimio Hirabayashi (2012). Isolation of silk proteins from a caddisfly larva, *Stenopsyche marmorata*. *Journal of Fiber Bioengineering and Informatics* **5** (2), 125-137.
5. Kousaku Ohkawa, Mikiko Mishibayashi, Kesavan Devarayan, Masakazu Hachisu and Jun Araki (2013). Synthesis of peptide-cellulose conjugate mediated by a

- soluble cellulose derivative having α -Ala esters. *International Journal of Biological Macromolecules* **53**, 150–159.
6. Kesavan Devarayan, Masakazu Hachisu, Jun Araki and Kousaku Ohkawa (2013). Synthesis of peptide-cellulose conjugate mediated by a soluble cellulose derivative having α -Ala esters (II): Conjugates with *O*-phospho-L-serine-containing peptides. *Cellulose* **20** (1), 365–378.
 7. Kesavan Devarayan, Taketoshi Hayashi, Masakazu Hachisu, Jun Araki and Kousaku Ohkawa (2013). Correlations between steric/thermochemical parameters and *O*-*N*-acylation of cellulose: Part III of Synthesis of peptide-cellulose conjugate mediated by a soluble cellulose derivative having β -Ala esters. *Carbohydrate Polymers* **94** (1), 468–478.
 8. Kousaku Ohkawa, Yumi Miura, Takaomi Nomura, Ryoichi Arai, Masuhiro Tsukada and Kimio Hirabayashi (2013). Long-range periodic sequence of *Stenopsyche marmorata* cement/silk protein: Purification and biochemical characterization. *Biofouling* **29** (4), 357–367.
 9. Kesavan Devarayan, Masahiro Miyamoto, Masakazu Hachisu, Jun Araki, Viswanathamurthi Periasamy, and Kousaku Ohkawa (2013). Cationic derivative of electrospun non-woven cellulose-chitosan composite fabrics for immobilization of aminoacylase-I. *Textile Research Journal* **83** (18), 1918–1925.
 10. Kesavan Devarayan, Hirokatsu Hanaoka, Masakazu Hachisu, Jun Araki, Masakatsu Ohguchi, Behera Kumer Bijoya and Kousaku Ohkawa (2013). Direct electrospinning of cellulose-chitosan composite nanofiber. *Macromolecular Materials and Engineering* **298** (10), 1059–1064.
 11. Kousaku Ohkawa, Masakazu Hachisu, Kesavan Devarayan, Jun Araki (2013). Design and synthesis of peptide-cellulose conjugate molecules —Aspects from energy/steric profiles: Part IV of Synthesis of peptide-cellulose conjugate mediated by a soluble cellulose derivative having β -Ala esters. *Fibers and Polymers* **14** (12), 1059–1064.
 12. Kousaku Ohkawa, Masakazu Hachisu, Takaomi Nomura, Ryoichi Arai, Kimio Hirabayashi, Masuhiro Tsukada, and Koji Abe (2013). Chain conformational study on underwater silk proteins from caddisfly, *Stenopsyche marmorata*—Implication of a fiber-forming mechanism—, *Advanced Materials Research* **796**, 3–8.
1. Souta Nakagami, Jun Araki and Kousaku Ohkawa (2010). N-Terminus labeling of hydrophobic poly(L-amino acid)s for estimation of number average molecular weight. International Conference of Future Textile 2010, Ueda, Japan, July 15–17, 2010: *Proceedings*, pp. 111–112.
 2. Kesavan Devarayan, Viswanathamurthi Periasamy, Jun Araki and Kousaku Ohkawa (2010). Preparation of electrospun non-woven fabrics from cationic derivative of hydroxypropyl cellulose and enzyme immobilization. International Conference of Future Textile 2010, Ueda, Japan, July 15–17, 2010: *Proceedings*, pp. 123–124.
 3. Kousaku Ohkawa (2010). Novel Nanofibers from cellulose and chitosan. The 5th Nagoya University-UCLA International Symposium, Shinshu University and Nagoya University Global COE Joint Symposium, Ueda, Japan, Aug. 26–28, 2010: *Abstracts*, p. 19. Invited Lecture.
 4. Jun Araki, Keisuke Kagaya, Naoto Tsukamoto and Kousaku Ohkawa (2010). Synthesis of modified polyrotaxanes having functional pendant groups or long side chains. 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies, Honolulu, Hawaii, USA, Dec. 15–20, 2010: *Abstract*, paper no. 634, 1 page.
 5. Kousaku Ohkawa and Jun Araki (2010). Drug releasing properties of electrospun non-woven fabrics prepared from cellulose and chitosan. 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies, Honolulu, Hawaii, USA, Dec. 15–20, 2010: *Abstract*, paper no. 1145, 1 page.
 6. Kousaku Ohkawa, Jun Araki, Ayako Nishida and Bijoy K. Behera (2010). Development of electrospun non-woven fabrics from natural polysaccharides and their applications. The 39th Textile Research Symposium, Indian Institute of Technology, Delhi, India, Dec. 16–18, 2010: *Proceedings*, pp. 149–156.
 7. Hirokatsu Hanaoka, Kousaku Ohkawa, Jun Araki and Bijoy K. Behera (2010). Preparation of bamboo cellulose nanofiber and its composite with chitosan via electrospinning. The 39th Textile Research Symposium, Indian Institute of Technology, Delhi, India, Dec. 16–18, 2010: *Proceedings*, pp. 676–680.
 8. Kesavan Dearayan and Kousaku Ohkawa (2011). Synthesis of cellulose–peptide conjugates containing *O*-phospho-L-serine. The 4th International Symposium on High-Tech Fiber Engineering for Young Researchers, Ueda, Japan, Aug. 29–Sept. 4, 2011: *Proceedings*, pp. 181–183.

9. Masahiro Miyamoto, Kesavan Devarayan, Jun Araki and Kousaku Ohkawa (2011). Enzyme immobilization onto composite electrospun non-woven fabrics of cellulose and chitosan. The 11th Asian Textile Conference, Daegu, Korea, Nov. 1–4, 2011: *Proceedings*, pp. 1270–1273.
10. Kesavan Devarayan, Jun Araki and Kousaku Ohkawa (2011). Synthesis of novel cellulose–peptide conjugate containing *O*-phospho-L-serine. The 11th Asian Textile Conference, Daegu, Korea, Nov. 1–4, 2011: *Proceedings*, pp. 652–655.
11. Kousaku Ohkawa (2011). Electrospinning of bio-related polymers and their applications. The 11th Asian Textile Conference, Daegu, Korea, Nov. 1–4, 2011: *Proceedings*, pp. 155–161. Invited Lecture.
12. Kousaku Ohkawa, Yumi Miura, Takaomi Nomura, Ryoichi Arai, Kimio Hirabayashi, Masuhiro Tsukada, and Koji Abe (2012). Repetitive sequential motifs of underwater silk protein from caddisfly, *Stenopsyche marmorata*. American Chemical Society, National Meeting, 2012 Spring: March 25–28, San Diego Convention Center, Abstract CD-ROM (1 page). Paper Number BIOL163.
13. Kousaku Ohkawa, Yumi Miura, Takaomi Nomura, Ryoichi Arai, Koji Abe, Masuhiro Tsukada and Kimio Hirabayashi (2012). Underwater silk fibers–Biochemical natures for novel textile technology. The 9th Asia-Pacific Marine Biotechnology Conference, July 12–16, Kochi, Japan. Electronic Abstract Book (1 page): Paper Number P-059.
14. Kousaku Ohkawa, Takaomi Nomura, Ryoichi Arai, Koji Abe, Masuhiro Tsukada and Kimio Hirabayashi (2012). Isolation of silk proteins from a caddisfly larva, *Stenopsyche marmorata*. A contributed, peer-reviewed paper for Textile Bioengineering Informatics Symposium 2012, Aug. 8–12, Ueda, *Proceedings*, pp. 233–242. Outstanding Research Award.
15. Kesavan Devarayan, Masakazu Hachisu, Jun Araki and Kousaku Ohkawa (2012). Synthesis of peptide-cellulose conjugate mediated by a aoluble cellulose derivative having □-Ala esters—Conjugates with *O*-phospho-L-serine-containing peptides. A contributed, peer-reviewed paper for Textile Bioengineering Informatics Symposium 2012, Aug. 8–12, Ueda, *Proceedings*, pp. 243–254. Outstanding Research Award.
16. Viswanathamurthi Periasamy, Kesavan Devarayan, Masakazu Hachisu, Jun Araki and Kousaku Ohkawa (2012). Chemical modifications of electrospun non-woven hydroxypropyl cellulose fabrics for immobilization of aminoacylase-I. A contributed, peer-reviewed paper for Textile Bioengineering Informatics Symposium 2012, Aug. 8–12, Ueda, *Proceedings*, pp. 129–140.
17. Kousaku Ohkawa (2013). Underwater silk from aquatic insect, *Stenopsyche marmorata*. The China-Korea-Japan International Symposium on Advanced Functional Nanofibers, March 3–8, National Engineering Laboratory for Modern Silk, College of Textile and Clothing Engineering, Soochow University, Suzhou, China. Best Oral Presentation Award
18. Kousaku Ohkawa, Takaomi Nomura, Ryoichi Arai, Masuhiro Tsukada and Kimio Hirabayashi (2013). Characterization and nanofiber fabrication of underwater silk protein from *Stenopsyche marmorata*. Abstract of 245th American Chemical Society National Meeting, Spring 2013, April 7–11, New Orleans, LA, USA. Paper number POLY383.
19. Kousaku Ohkawa, Masakazu Hachisu, Takaomi Nomura, Ryoichi Arai, Masuhiro Tsukada, Kimio Hirabayashi and Koji Abe (2013). Biochemical natures of underwater silk proteins from caddisfly, *Stenopsyche marmorata*. –Molecular synamic simulations–Abstract Book, The international Textile Conference 2013, April 16–8, Daegu, Korea, p. 90.
20. Kousaku Ohkawa, Masakazu Hachisu, Kesavan Devarayan and Jun Araki (2013). Design and synthesis of peptide-cellulose conjugate molecules–Aspects from energy/steric profiles–Abstract Book, The international Textile Conference 2013, April 16–18, Daegu, Korea, p. 90.
21. Kousaku Ohkawa, (2013). Bio-nanofibers –Fabrication and Engineering–Abstract Book, The international Textile Conference 2013, April 16–18, Daegu, Korea, p. 44. Invited lecture
22. Kousaku Ohkawa, Masakazu Hachisu, Takaomi Nomura, Ryoichi Arai, Masuhiro Tsukada, Kimio Hirabayashi and Koji Abe (2013). Chain conformational study on underwater silk proteins from caddisfly, *Stenopsyche marmorata*–Implication of a fiber forming mechanism–Proceedings of the 8th China International Silk Conference, September 8–10, 2013, Soochow University, Suzhou, China.
23. 花岡博克, 宮本正裕, 荒木 潤, 大川浩作 (2011). セルロース-キトサン複合ナノフ

- アイバーの金属イオン吸着特性評価. 第 60 回高分子学会年次大会, 2011 年 5 月, 大阪 (大阪国際会議場). 高分子学会予稿集 **60** (1), p. 2043.
24. 福本竜也, 中上惣太, 荒木 潤, 大川浩作 (2011). *O*-アセチル側鎖保護誘導体を用いるポリアミノ酸合成手法の改良について. 第 60 回高分子学会年次大会, 2011 年 5 月, 大阪 (大阪国際会議場). 高分子学会予稿集 **60** (1), p. 2045.
25. 三浦優美, 野村隆臣, 新井亮一, 平林公男, 塚田益裕, 阿部康次, 大川浩作 (2011). ヒゲナガカワトビケラ (*Stenopsyche marmorata*) 幼虫巢糸タンパク質の部分アミノ酸配列. 第 60 回高分子学会年次大会, 2011 年 5 月, 大阪 (大阪国際会議場). 高分子学会予稿集 **60** (1), p. 2046.
26. 田口 悠一朗, 大川浩作, 荒木 潤 (2011). 置換度の異なるカルボキシメチル化環動ゲルの膨潤度. 第 60 回高分子学会年次大会, 2011 年 5 月, 大阪 (大阪国際会議場). 高分子学会予稿集 **60** (1), p. 305.
27. 加賀谷 圭佑, 大川浩作, 荒木 潤 (2011). ポリロタキサン - グリシン誘導体の導入率に対する調製条件の影響. 第 60 回高分子学会年次大会, 2011 年 5 月, 大阪 (大阪国際会議場). 高分子学会予稿集 **60** (1), p. 304.
28. 西能直輝, 大川浩作, 荒木 潤 (2011). 異なるアミノ酸側鎖を有するポリロタキサン誘導体の調製. 第 60 回高分子学会年次大会, 2011 年 5 月, 大阪 (大阪国際会議場). 高分子学会予稿集 **60** (1), p. 306.
29. 大川浩作, 三浦優美, 野村隆臣, 新井亮一, 平林公男, 塚田益裕, 阿部康次 (2011). ヒゲナガカワトビケラ (*Stenopsyche marmorata*) 幼虫シルクタンパク質の周期的一次構造. 繊維学会年次大会, 2011 年 6 月, 東京 (タワーホール船堀). 繊維学会予稿集 **66** (1), p. 49.
30. 花岡博克, 荒木 潤, 大川浩作 (2011). セルロース - キトサン複合微細繊維のエレクトロスピンニング. セルロース学会第 18 回年次大会, 2011 年 7 月, 長野 (信州大学工学部). 講演要旨集 in *Cellulose Research and Development* **18**, pp. 48-49.
31. Kesavan Devarayan, Ayako Nishida, Masahiro Miyamoto, Jun Araki and Kousaku Ohkawa (2011). Aminoacylase-immobilized fine fibers of hydroxypropyl cellulose. セルロース学会第 18 回年次大会, 2011 年 7 月, 長野 (信州大学工学部). 講演要旨集 in *Cellulose Research and Development* **18**, p. 73.
32. 三島志保, 大川浩作, 荒木 潤 (2011). 表面 PEG グラフトによる棒状セルロースウイスキーの立体安定化. セルロース学会第 18 回年次大会, 2011 年 7 月, 長野 (信州大学工学部). 講演要旨集 in *Cellulose Research and Development* **18**, p. 109.
33. 山中佑太, 大川浩作, 荒木 潤 (2011). キトサン / キチンウイスキーナノコンポジットゲルの物性に対する電解質濃度の影響. セルロース学会第 18 回年次大会, 2011 年 7 月, 長野 (信州大学工学部). 講演要旨集 in *Cellulose Research and Development* **18**, p. 110.
34. 三浦優美, 大川浩作 (2011). ヒゲナガカワトビケラ幼虫の水中シルク繊維形成に關与するタンパク質の周期構造. 第 42 回中部化学関連学協会連合秋季大会, 2011 年 11 月, 長野 (信州大学工学部). 講演要旨集, p. 191.
35. 大川浩作 (2011). 生物由来接着材料の工学利用法について. 第 42 回中部化学関連学協会連合秋季大会, 2011 年 11 月, 長野 (信州大学工学部). 講演要旨集, p. 190. 依頼講演
36. 石原詩織, 山口裕子, 白雪, 大川浩作, 新井亮一, 平林公男, 塚田益裕, 阿部康次, 野村隆臣 (2011). ヒゲナガカワトビケラ絹糸腺の cDNA ライブラリーの構築—シルク関連遺伝子の探索. 第 34 回日本分子生物学会, 2011 年 12 月, 横浜 (パシフィコ横浜). 講演要旨集, Web 掲載.
37. 大川浩作, 三浦優美, 野村隆臣, 新井亮一, 平林公男, 塚田益裕, 阿部康次, ヒゲナガカワトビケラ (*Stenopsyche marmorata*) 幼虫シルク/セメントタンパク質 Smsp-1 の精製およびアミノ酸配列解析. 2012 年度 (第 19 回) 日本付着生物学会研究集会, 2012 年 3 月, 東京 (東京海洋大学), 講演要旨集 p. 17.
38. 大川浩作, 三浦優美, 野村隆臣, 新井亮一, 平林公男, 塚田益裕, 阿部康次 (2012). ヒゲナガカワトビケラ (*Stenopsyche marmorata*) 幼虫シルクタンパク質フィルムの固体物性. 第 61 回高分子学会年次大会, 2012 年 5 月, 横浜 (パシフィコ横浜). 高分子学会予稿集 **61**(1), p. 1939.
39. 増田祐樹, 荒木 潤, 大川浩作 (2012). L-Asp を用いるセルロース微細繊維不織布の化学修飾および金属イオン吸着特性. 第 61 回高分子学会年次大会, 2012 年 5 月, 横浜 (パシフィコ横浜). 高分子学会予稿集 **61**(1), p. 1937.
40. 川島康弘, 福本竜也, 荒木 潤, 大川浩作 (2012). 4,4'-ジメトキシベンズヒドロール誘導体を経るポリ(L-アスパラギン) およびポリ(L-グルタミン) の合成について. 第 61 回高分子学会年次大会, 2012 年 5 月, 横浜 (パシフィコ横浜). 高分子学会予稿集 **61**(1), p. 1938.
41. 石原詩織, 山口裕子, 新井亮一, 大川浩作, 塚田益裕, 阿部康次, 平林公男, 野村隆臣 (2012). ヒゲナガカワトビケラの絹糸腺特異的 cDNA ライブラリーから見つかったセリシン様セメント蛋白質遺伝子. 第 12 回蛋白質科学会年会, 2012 年 6 月, 名古屋国際会議場予稿集 p.71.

42. 山口裕子, 石原詩織, 新井亮一, 大川浩作, 塚田益裕, 阿部康次, 平林公男, 野村隆臣 (2012). ヒゲナガカワトビケラの絹糸腺特異的 cDNA ライブラリーから見つかった新たなフィブロイン様シルク蛋白質遺伝子. 第 12 回蛋白質科学会年会, 2012 年 6 月, 名古屋国際会議場予稿集 p. 72.
43. 白雪, 石原詩織, 野村隆臣, 大川浩作, 塚田益裕, 阿部康次, 平林公男, 新井亮一 (2012). ヒゲナガカワトビケラ (*Stenopsyche marmorata*) 由来新規シルク蛋白質遺伝子のクローニング. 第 12 回蛋白質科学会年会, 2012 年 6 月, 名古屋国際会議場予稿集 p. 105.
44. 大川浩作, 三浦優美, 野村隆臣, 新井亮一, 平林公男, 塚田益裕, 阿部康次 (2012). ヒゲナガカワトビケラ (*Stenopsyche marmorata*) 幼虫シルクタンパク質 Smsp-1 のホスホリル化と繊維形成機構について. 平成 24 年度繊維学会年次大会, 2012 年 6 月, 東京 (タワーホール船堀) 繊維学会予稿集 67 (1), p. 114.
45. 大川浩作, 野村隆臣, 新井亮一, 平林公男, 塚田益裕, 阿部康次 (2012). ヒゲナガカワトビケラ *Stenopsyche marmorata* シルクタンパク質リン酸化と長周期配列. 2012 年 9 月 15 日, 大阪大学豊中キャンパス, (社) 日本動物学会第 83 回大阪大会, 予稿集 p. 151.
46. 大川浩作, 野村隆臣, 新井亮一, 平林公男, 塚田益裕, 阿部康次 (2012). ヒゲナガカワトビケラ (*Stenopsyche marmorata*) シルクタンパク質の線維形成機構について, 日本蚕糸学会 第 66 回東北支部 第 68 回中部支部 第 64 回東海支部 第 78 回関西支部 第 68 回九州支部 合同大会, 2012 年 11 月 10 日, 信州大学繊維学部上田キャンパス研究発表要旨集 p. 43.
47. 大川浩作 (2012). ハボウキガイから作られていた幻のクロス—生物付着現象に学ぶ先端繊維工学. 日本付着生物学会 40 周年記念シンポジウム「環境と付着生物との係わりの視点から今後 10 年先の付着生物研究を展望する」, 2012 年 11 月 8 日, 東京大学農学部弥生講堂一条ホール講演要旨集 p. 12—13. 招待講演
48. 大川浩作 (2012). バイオナノファイバー. 平成 24 年度繊維学会ナノファイバー技術戦略研究委員会講演会「セルロース・バイオ材—最新研究から商品化まで—」, 2012 年 11 月 30 日, 東京工業大学・本館 3F 理学系第 2 会議室, 講演会要旨集 p. 16—24. 招待講演
49. 野村隆臣, 清水 誠, 大川浩作, 小林卓也, 坂口 勇 (2013). 二枚貝の足系付着円盤マトリクス蛋白質における淡水-海水系の差異について. 2013 年度 (第 20 回) 日本付着生物学会研究集会, 2013 年 3 月 30 日, 東京海洋大学品川キャンパス, 講演要旨集 p. 9.

〔図書〕(計 1 件)

Kousaku Ohkawa, Takaomi Nomura, Ryoichi Arai, Masuhiro Tsukada and Kimio Hirabayashi (2013). Characterization of underwater silk proteins from caddisfly larva, *Stenopsyche marmorata*. in “Biotechnology of Silk”, Tetsuo Asakura and Thomas Miller. Eds., Springer, Dordrecht, Germany, Chapter 6, pp. 107–122. ISBN: 798-94-007-7118-5

取得状況 (計 2 件)

名称: 絹タンパク質ナノファイバー及びその製造方法、並びに絹タンパク質複合体ナノファイバー及びその製造方法
 発明者: 塚田益裕, 大川浩作
 権利者: 国立大学法人信州大学
 種類: 特許
 番号: 特許第 5186671
 取得年月日: 2013 年 2 月 1 日
 国内外の別: 国内

名称: 水生昆虫由来のシルクナノファイバー及びシルク複合ナノファイバー、並びにその製造方法
 発明者: 塚田益裕, 阿部康次, 平林公男, 大川浩作, 野村隆臣, 新井亮一
 権利者: 国立大学法人信州大学
 種類: 特許
 番号: 特許第 5298316
 取得年月日: 2013 年 6 月 28 日
 国内外の別: 国内

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大川浩作 (OHKAWA, Kousaku)
 信州大学・繊維学部・教授
 研究者番号: 60291390

(2) 連携研究者

荒木 潤 (ARAKI, Jun)
 信州大学・繊維学部・准教授
 研究者番号: 10467201