

先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム) 実績報告書

本様式の内容は一般に公表されません

研究課題名	セルロース・マイクロフィブリル(CMF)の革新機能の開拓とイノベーションの創出
研究機関・ 部局・職名	東京工業大学・大学院理工学研究科・教授
氏名	芹澤 武

1. 研究実施期間 平成23年2月10日～平成26年3月31日

2. 収支の状況

(単位:円)

	交付決定額	交付を受けた額	利息等収入額	収入額合計	執行額	未執行額	既返還額
直接経費	127,000,000	127,000,000	0	127,000,000	127,000,000	0	107,203
間接経費	38,100,000	38,100,000	0	38,100,000	38,100,000	0	0
合計	165,100,000	165,100,000	0	165,100,000	165,100,000	0	107,203

3. 執行額内訳

(単位:円)

費目	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	合計
物品費	342,670	22,747,306	48,174,870	16,951,976	88,216,822
旅費	0	1,306,560	1,013,470	1,212,130	3,532,160
謝金・人件費等	50,875	4,539,135	13,116,557	12,672,198	30,378,765
その他	100,000	1,460,874	1,502,925	1,808,454	4,872,253
直接経費計	493,545	30,053,875	63,807,822	32,644,758	127,000,000
間接経費計	0	12,930,000	15,555,000	9,615,000	38,100,000
合計	493,545	42,983,875	79,362,822	42,259,758	165,100,000

4. 主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関名
極微量分光光度計	サーモサイエンティフィック社製 NanoDrop2000 C	1	1,659,000	1,659,000	2011/4/14	東京工業大学
微量高速冷却遠心機	トミー精工社製 MX-305	1	667,768	667,768	2011/4/20	東京工業大学
微量高速冷却遠心機	トミー精工社製 MX-305	1	667,768	667,768	2011/4/20	東京工業大学
ゲル撮影機	バイオ・ラッド社製 GelDoc EZシステム・170-8270J1PC	1	997,500	997,500	2011/6/21	東京工業大学
精密万能試験機	島津製作所社製 AGS-5NX・ロードセル5N	1	1,995,000	1,995,000	2011/6/30	東京工業大学
UV-VIS検出器	島津製作所社製 SPD-20A	1	514,500	514,500	2011/7/20	東京工業大学
ドラフトチャンバー	ダルトン社製 DFV-11AK-12AA1	2	1,239,276	2,478,552	2012/3/14	東京工業大学
ドラフトチャンバー	ダルトン社製 DFV-11AK-12AA1	1	1,239,277	1,239,277	2012/3/14	東京工業大学
フレーム中央実験台	ダルトン社製 MG-62AC-30001	3	561,908	1,685,724	2012/3/14	東京工業大学
フレーム中央実験台	ダルトン社製 MG-62AC-30001	1	561,907	561,907	2012/3/14	東京工業大学
インキュベーター	パナソニック社製 MIR-554	1	735,000	735,000	2012/6/15	東京工業大学

様式20

ゼータ電位・粒子径・分子量測定装置	マルバーン社製ZEN5600	1	9,387,000	9,387,000	2012/12/25	東京工業大学
小型窒素ガス発生装置	コフロック社製M2NT-0.4-5(6)	1	976,500	976,500	2013/1/18	東京工業大学
円二色性分散計	日本分光社製J-820	1	11,959,500	11,959,500	2013/1/22	東京工業大学
超高速液体クロマトグラフィシステム	島津ジーエルシー社製CBA-20A	1	3,990,000	3,990,000	2013/2/13	東京工業大学
キャピラリガラスクロマトグラフィシステム	島津製作所社製GC-2010Plus AF-AOC	1	3,780,000	3,780,000	2013/2/28	東京工業大学
超純水製造装置	メルクミリポア社製ZRQSVR3JP	1	625,338	625,338	2013/4/10	東京工業大学
超高速万能ホモジナイザーヒスコトロン・ジェネレーターシャフト	マイクロテック社製NS-56・NS-20CG/20P	1	598,000	598,000	2013/4/16	東京工業大学
フーリエ変換赤外分光光度計	日本分光社製FT/IR-4100ST・ATR PRO450-S・PKS-D475	1	2,346,540	2,346,540	2013/5/22	東京工業大学
偏光顕微鏡	ニコン社製エクリップスLV100NDPC	1	2,866,500	2,866,500	2014/1/29	東京工業大学
分析天秤	メラー社製XPE105V	1	846,195	846,195	2014/2/5	東京工業大学

5. 研究成果の概要

木や草などに多く含まれるセルロースは、地球上で最も豊富に存在する有機素材である。天然のセルロースは、ナノメートルサイズの直径をもつ細長い繊維のかたちをしている。本研究では、天然物から得たセルロース繊維にある種の有機化合物(例えば、ペプチドやタンパク質など)が張り付くと、その場で分解される新しい現象を見出した。セルロース繊維は、環境低負荷なプロセスにより、容易かつ安価に大量調製できる。有害物を分解するセルロース繊維は、水処理用の新素材などとして利用できる可能性がある。

課題番号	GR022
------	-------

先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム) 研究成果報告書

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名 (下段英語表記)	セルロース・マイクロフィブリル(CMF)の革新機能の開拓とイノベーションの創出
	Development of Novel Functions of Cellulose Microfibril (CMF) for Material Innovation
研究機関・部局・ 職名 (下段英語表記)	東京工業大学・大学院理工学研究科・教授
	Tokyo Institute of Technology, Graduate School of Science and Engineering, Professor
氏名 (下段英語表記)	芹澤 武
	Takeshi Serizawa

研究成果の概要

(和文): 木や草などに多く含まれるセルロースは、地球上で最も豊富に存在する有機素材である。天然のセルロースは、ナノメートルサイズの直径をもつ細長い繊維のかたちをしている。本研究では、天然物から得たセルロース繊維にある種の有機化合物(例えば、ペプチドやタンパク質など)が張り付くと、その場で分解される新しい現象を見出した。セルロース繊維は、環境低負荷なプロセスにより、容易かつ安価に大量調製できる。有害物を分解するセルロース繊維は、水処理用の新素材などとして利用できる可能性がある。

(英文): Cellulose presented in wood, grass, and so forth is the most abundant organic material in the biosphere. Natural cellulose has fibrous shapes with nanometer-sized diameters. In this study, we discovered that natural cellulose fibers decomposed certain organic compounds such as peptides and proteins on the fiber surfaces. Large amounts of cellulose fibers can be readily prepared from natural sources through environmentally friendly processes. Cellulose fibers that decompose deleterious substances have potentials as new water-treatment materials.

1. 執行金額 165,100,000 円

(うち、直接経費 127,000,000 円、間接経費 38,100,000 円)

2. 研究実施期間 平成23年2月10日～平成26年3月31日

3. 研究目的

セルロースは、D-グルコースが β 1→4結合でつながった直鎖状の化学構造をもつ、地球上で最も豊富に存在する有機高分子である。天然のセルロースは、水素結合およびファンデルワールス相互作用をもとに、分子鎖が同一方向に配列した結晶性の繊維(セルロース・マイクロフィブリル、CMF)として存在する。CMFの形態は由来や精製方法に依存するものの、一般に幅が数nm～20nm、長さが数100nm～数 μ mであることが知られている。

我々は、本プロジェクトの提案時において、短鎖ペプチドがCMF表面に結合すると、ペプチドの主鎖であるアミド結合が常温・常圧の条件下、加水分解される新規な知見を予備的に得ていた。しかしながら、ペプチドの加水分解が複数サイトで進行するため、定量的に反応解析することは困難であった。

そこで本研究では、アミド、エステル、リン酸エステル基などを有する合成および天然由来基質のCMFによる加水分解反応を系統的に評価することで、基質の構造、CMFの由来・結晶形態・調製方法、反応条件の影響について明らかにするとともに、その反応機構と応用の可能性を明らかにすることを目的とした。得られた知見をもとに、CMFを水処理剤や医療用フィルターとして利用する次世代イノベーションの創出を目指した。

4. 研究計画・方法

(1) 平成22年度

セルロース・マイクロフィブリル(CMF)により加水分解される基質の特長について明らかにする。モデル基質として、*p*-ニトロフェニル基で活性化されたアミド、リン酸エステル、エステル化合物を用いる。擬一次反応を仮定できる加水分解については、反応速度定数を算出し、定量的な反応解析を実現する。モデル基質による加水分解反応を様々な条件下で解析することにより、再現性よくデータ取得ならびに速度定数が算出できる実験系を見出す。

(2) 平成23年度

前年度に確立したモデル基質(*p*-ニトロフェニル酢酸)の加水分解反応系を利用し、pH、温度、セルロース濃度、基質の種類などの反応パラメータについて、所定時間後の反応進行率あるいは反応速度定数の算出をもとに定量的に検討する。また、加水分解活性に与えるセルロースの結晶形や繊維径の影響について検討する。これらの実験により、反応メカニズムの類推と本研究を遂行する上で最適なセルロース試料を同定する。

(3) 平成24年度

前年度までに確立したモデル基質(*p*-ニトロフェニル酢酸)の加水分解反応系と最適な CMF を利用し、CMF の繰り返し利用性、反応中間体の単離と構造解析、加水分解活性の制御、不斉基質への展開について検討する。

(4) 平成 25 年度

基質の適用範囲の拡大や、加水分解活性の制御を基軸に、反応機構について継続して解析するとともに、生物試料の不活化、金属イオン捕捉剤としての可能性、CMF 触媒の支持体への固定化、他の結晶性多糖であるキチンの加水分解活性について検討する。

5. 研究成果・波及効果

(1) CMF による低分子モデル基質の加水分解

常温、常圧、中性(30℃、大気圧、10 mM HEPES 緩衝液、pH 7.4)の条件下、I_β型のマヨヤ由来 CMF(0.5% (w/v))とモデルエステル基質(100 μM)を 7.5 時間、反応させた時の上清の紫外-可視吸収(UV-Vis)スペクトルを測定した(図 1)。CMF 共存下において、生成物の *p*-ニトロフェノールに相当する 400 nm 付近の吸収が観察されたことから、CMF が単純なモデルエステル基質の加水分解を促進することがわかった。なお、7.5 時間後の基質の反応率は 43%と見積もられた。この加水分解反応は CMF と基質からなる二次反応であるが、CMF 濃度を無視した擬一次反応を仮定すると、その反応時間依存性から反応速度定数が算出できた。上記の条件における擬一次反応速度定数は、CMF 共存下で 0.094 h⁻¹、非共存下(自発分解)で 0.011 h⁻¹となり、10 倍近い加速効果が観察された。また、一度反応に用いた CMF を回収し、再び反応に用いても同様の相対活性を示したことから、CMF が繰り返し利用可能な加水分解触媒として働くことがわかった。

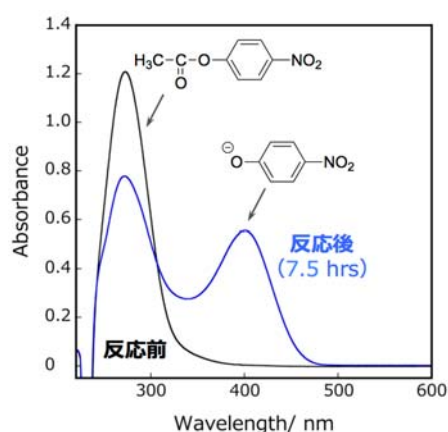


図 1 CMF によるモデルエステル基質の加水分解反応の解析

(2) 加水分解活性の検証と反応パラメータの解析

CMF の水分散液中に酵素やその他の不純物が混入している可能性を疑い、CMF の分散溶媒(超純水)を何度も置換したが、モデルエステル基質に対する加水分解活性は変わらなかった。また、CMF をエチレンジアミン四酢酸(EDTA)や界面活性剤(ここでは Tween20)で前処理しても、その活性は変わらなかった(図 2)。よって、CMF 表面に付着し加水分解活性を示す可能性のある金属イオンやその他の両親媒性化合物の寄与は無視できた。なお、CMF 分散液は高温の塩酸水溶液中で調製しており、この環境下で活性を維持するタンパク質酵素は通常、考えられない。

一方、水溶性セルロースであるセロヘキサオースは活性を示さなかったことから(図 2)、単結晶性の繊維であることが活性発現に必須であることがわかった。さらに、モデルエステル基質の加水分解に対するCMFの由来の効果(結晶形の効果を含む)を検討したところ、

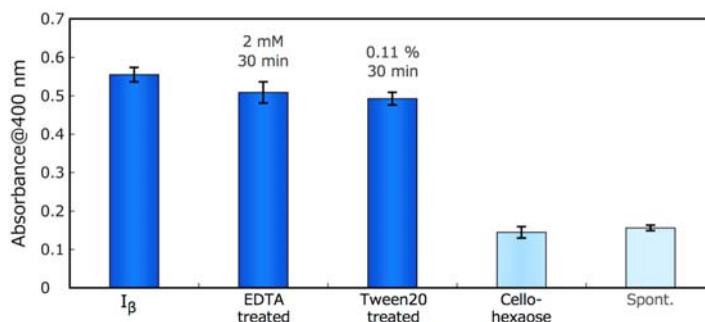


図 2 各種 CMF を用いた参照実験

ろ、由来に依らずに、いずれの CMF も加水分解活性を有することがわかった。しかしながら、綿や木材由来の CMF に比べて、繊維幅が広い、マボヤやシオグサ由来の CMF が高い活性を示した。このように、CMF の加水分解活性は、結晶形によらずに由来に依存することが明らかになった。

CMF の加水分解活性をより深く理解するために反応パラメータを評価した。CMF 濃度の影響について検討した結果、濃度の増加とともにその活性は増大したことから、確かに CMF が反応に寄与していることがわかった。しかしながら、CMF 濃度に対して活性が単純に比例増加するわけではなく、活性は飽和する傾向にあった。塩酸処理により調製した CMF は時間の経過とともに CMF 同士が相互作用し、分散液の粘度が変化するチキソトロピー性を示す。よって、濃度の上昇により見かけ上、CMF の表面積が低下した結果と考えられる。次に、反応温度や重水の影響について検討したところ、より低温下および重水中で CMF の活性が増大することがわかった。さらに、pH の影響についても検討したところ、多少の差はあるものの、pH 5~9 のいずれの条件下においても CMF は活性を示した。このように、各種の反応パラメータを定量的な反応系により解析できた。

CMF の加水分解活性の制御は、反応機構の解明および産業応用の観点から重要であることから、活性部位の形成に水素結合が関与しているか否かを検証した。マボヤ由来 CMF をグアニジンや尿素などの水素結合阻害剤で前処理した結果、その活性が低下することを見出した。このように、活性部位の形成に水素結合が関与していること、また CMF の加水分解活性を分散液への添加物質により制御できることを見出した。

(3) 各種モデル基質の加水分解活性

エステル以外の他のモデル基質についても同様に検討した。マボヤ由来 CMF の存在下あるいは非存在下における所定の反応時間後の生成物量から、エステル基質に限らず、リン酸モノエステルやアミド基質の加水分解も促進されることがわかった。また、それらの加水分解速度は、エステル>リン酸モノエステル>アミドの順であった。一方、エーテル(グリコシド)基質の加水分解は促進されなかった。これらの基質依存性は、中性の反応条件でありながら、CMF 表面であたかもアルカリ加水分解が進行していることを示唆している。これまでの知見と合わせると、水素結合を駆動力として活性化された、セルロース由来の水酸基が CMF 表面に存在し、これらが直接あるいは水分子を介して間接的に求核種として働き、加水分解反応を触媒しているものと考えられる。

(4) 生体試料に対する加水分解活性

生物試料の加水分解に CMF が利用できれば、新たな材料系の構築が期待でき意義深い。そこで、モデルウイルスとして M13 ファージを選択し、そのコートタンパク質の加水分解について検討した(図 3)。10 mM HEPES 緩衝液(pH 7.4)中、20 °C下でマボヤ由来 CMF (0.5% (w/v))と M13 ファージ(1.0×10^{12} pfu/100 μ L)を相互作用させると、宿主である大腸菌に対する M13 ファージの感染能が時間依存的に低下し、24 時間後には初期感染能の 0.1%以下となった。SDS ゲル電気泳動の結果、CMF 存在下においてコートタンパク質の相対量が減少するとともに、加水分解生成物(低分子のフラグメント)が新たに出現した。一方、活性は低いものの、CMF がヌクレオチドのリン酸結合や変性タンパク質を加水分解できることも分かった。このように、生物試料を不活化する新たな機能材料として CMF が利用できる可能性が明らかとなった。

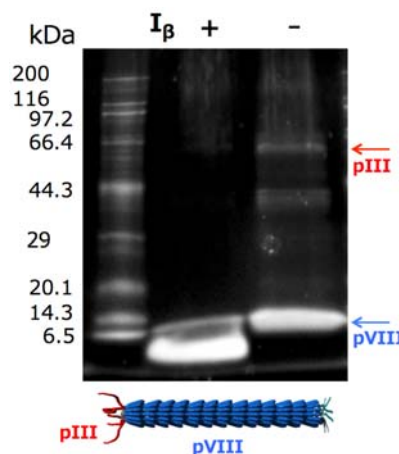


図 3 CMF による M13 ファージのコートタンパク質の加水分解活性

(5) 不斉加水分解反応への展開

CMF による不斉加水分解反応が実現できれば、人工触媒としての新たな可能性が広がる。そこで、*p*-ニトロアニリド化された不斉アミノ酸基質を用い、CMF による加水分解反応について評価した。その結果、同一のアミノ酸側鎖をもつ基質であっても光学異性体間で加水分解速度が異なること、またこの違いが CMF の結晶形により変化することを見出した。このように、CMF が不斉加水分解触媒として機能することを明らかにした。

(6) 波及効果

天然物から抽出した CMF の加水分解触媒活性についての報告例はなく、きわめて先進性および波及効果が高いと考えている。加水分解される物質種が低分子から高分子まで多様であることも材料化に向けて優位である。代表的なサステイナブル高分子であるセルロースが特別な処理を経ることなく触媒材料として利用できることも大きな優位性と言える。

本研究における一つ目のブレークスルーは、人工酵素の研究で古くから用いられてきた低分子モデル基質を CMF で加水分解できたことにある。これにより、加水分解触媒としての詳細な特性評価につながっている。二つ目は、ウイルスのコートタンパク質を加水分解し、不活化できたことにある。本研究ではモデルウイルスに対する結果であるが、ウイルス一般に適用できる可能性を秘めている。三つ目は、CMF の加水分解活性を制御する指針を得たことにある。活性部位の形成に水素結合が関与していることが示唆され、将来の活性制御につながると考えている。

6. 研究発表等

<p>雑誌論文 計 6 件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計 2 件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Takeshi Serizawa, Toshiki Sawada, Hiromichi Okura, Masahisa Wada, "Hydrolytic Activities of Crystalline Cellulose Nanofibers", <i>Biomacromolecules</i>, 14, 613-617 (2013). 2. Takeshi Serizawa, Toshiki Sawada, Masahisa Wada, "Chirality-Specific Hydrolysis of Amino Acid Substrates by Cellulose Nanofibers", <i>Chem. Commun.</i>, 49, 8827-8829 (2013). <p>(掲載済み一査読無し) 計 3 件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 芹澤 武, "セルロースナノファイバーの加水分解触媒活性", <i>繊維と工業</i>, 69, 135-138 (2013). 2. 大倉裕道, 澤田敏樹, 和田昌久, 芹澤 武, "セルロースナノ結晶の加水分解活性", <i>Cellulose Commun.</i>, 21, 2-7 (2014). 3. 芹澤 武, "セルロースナノ結晶が示す加水分解活性", <i>機能紙研究会誌</i>, 52, 9-13 (2014). <p>(未掲載) 計 1 件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hiromichi Okura, Masahisa Wada, Takeshi Serizawa, "Dispersibility of HCl-treated Cellulose Nanocrystals with Water-dispersible Properties in Organic Solvents", <i>Chem. Lett.</i>, in press (2014).
<p>会議発表 計 58 件</p>	<p>専門家向け 計 58 件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 芹澤 武、澤田敏樹、和田昌久、"セルロースナノ結晶表面の加水分解活性"、神奈川大学、2011年3月27日、日本化学会第94春季年会、日本化学会 2. 芹澤 武、澤田敏樹、和田昌久、"セルロースナノ結晶が示す加水分解活性"、大阪国際会議場、2011年5月26日、第60回高分子年次大会、高分子学会 3. 芹澤 武、澤田敏樹、和田昌久、"単結晶セルロースの加水分解活性と医用高分子としての可能性"、関西大学、2011年7月25日、第40回医用高分子シンポジウム、高分子学会 4. 芹澤 武、澤田敏樹、和田昌久、"加水分解触媒としての単結晶セルロース"、岡山大学、2011年9月30日、第60回高分子討論会、高分子学会 5. 山口みずほ、澤田敏樹、和田昌久、芹澤 武、"単結晶セルロースによるタンパク質の不活化"、岡山大学、2011年9月30日、第60回高分子討論会、高分子学会 6. 芹澤 武、澤田敏樹、和田昌久、"Hydrolytic Activity of Cellulose Nanocrystal"、Sheraton Boston Hotel、2011年11月29日、2011 MRS Fall Meeting、アメリカ MRS 学会 7. 芹澤 武、"生体分子ナノ材料の創製"、タワーホール船堀、2011年11月25日、第20回ポリマー材料フォーラム、高分子学会 8. 芹澤 武、"Nanobiotechnology of Polymer-Biomolecule Interfaces"、横浜万国橋会議センター、2011年12月19日、第21回 MRSJ 学術シンポジウム、日本 MRS 学会 9. 芹澤 武、"ソフト界面研究から見えてきたこと"、東京大学、2012年1月26日、新学術領域研究「ソフトインターフェイスの分子科学」公開シンポジウム、新学術領域研究「ソフトインターフェイスの分子科学」 10. 芹澤 武、"高分子表面のナノ制御構造と機能"、九州大学、2012年4月26日、九大セミナー、九州大学 11. 山口みずほ、澤田敏樹、和田昌久、芹澤 武、"Inactivation of Protein Enzymes by Native Cellulose Microfibrils"、仙台国際センター、2012年5月15日、International Association of Colloid and Interface Scientists Conference (IACIS2012)、International Association of Colloid and Interface Scientists 12. 山口みずほ、澤田敏樹、和田昌久、芹澤 武、"セルロース・マイクロフィブリルを用いた酵素の不活化"、パシフィコ横浜、2012年5月29日、第61回高分子年次大会、高分子学会 13. 芹澤 武、"高分子表面の制御構造とバイオ機能"、パシフィコ横浜、2012年5月31日、第61

	回高分子年次大会、高分子学会
14.	山口みずほ、澤田敏樹、和田昌久、芹澤 武、“天然セルロースによる酵素の不活化”、東京大学、2012年6月25日、第41回医用高分子シンポジウム、高分子学会
15.	芹澤 武、“Hydrolytic Activities of Cellulose Nanocrystal Fibers”、西日本総合展示場、2012年9月7日、2012 Japan-Taiwan Bilateral Polymer Symposium
16.	大倉裕道、和田昌久、芹澤 武、“セルロースナノ結晶によるエステル化合物の加水分解特性”、名古屋工業大学、2012年9月20日、第61回高分子討論会、高分子学会
17.	芹澤 武、澤田敏樹、和田昌久、“単結晶セルロース表面の触媒活性とその利用”、名古屋工業大学、2012年9月21日、第61回高分子討論会、高分子学会
18.	澤田敏樹、山口みずほ、和田昌久、芹澤 武、“セルロースナノ結晶によるタンパク質の不活化”、名古屋工業大学、2012年9月21日、第61回高分子討論会、高分子学会
19.	芹澤 武、“単結晶セルロース繊維表面の意外な性質”、慶応大学、2012年11月2日、第6回多糖の未来フォーラム、糖鎖化学研究会・日本応用糖質科学会・セルロース学会・日本キチン・キトサン学会・シクロデキストリン学会
20.	芹澤 武、“Hydrolytic Activities of Crystalline Cellulose Nanofibers”、ソウル大学、2012年11月9日、Korea-Japan Joint Symposium 2012、ソウル大学・浦項工科大学
21.	大倉裕道、和田昌久、芹澤 武、“Enhancement of the Hydrolytic Activity of Cellulose Nanocrystal Fibers by Novel Incubation Methods”、東京工業大学、2012年11月28日、The First International Symposium on Biofunctional Chemistry、日本化学会生体機能関連化学部会
22.	芹澤 武、“セルロースナノファイバーの加水分解触媒活性”、東京工業大学、2012年11月30日、繊維学会ナノファイバー技術戦略研究委員会平成24年度講演会、繊維学会
23.	芹澤 武、“Cellulose Nanocrystal Fiber as Hydrolytic Catalyst”、神戸国際会議場、2012年12月14日、The 9 th SPSJ International Polymer Conference (IPC2012)、高分子学会
24.	芹澤 武、“高分子表面のナノ制御構造とバイオ機能”、東京理科大学、2013年2月1日、高分子表面研究会、高分子学会
25.	芹澤 武、“生体分子に秘められた新規機能の開拓”、東京工業大学、2013年2月9日、第247回新規事業研究会月例研究会講演、新規事業研究会
26.	芹澤 武、“サステナブル高分子触媒としての単結晶セルロース繊維”、立命館大学、2013年3月22日、第93日本化学会春季年会、日本化学会
27.	福田広輝、澤田敏樹、芹澤 武、“セルロースナノファイバーを含有するハイドロゲルの時間依存的なゾル転移”、立命館大学、2013年3月22日、第93日本化学会春季年会、日本化学会
28.	家高佑輔、澤田敏樹、芹澤 武、“セルロースナノファイバーによるヌクレオチドの加水分解”、立命館大学、2013年3月23日、第93日本化学会春季年会、日本化学会
29.	大倉裕道、芹澤 武、“振とう処理によるセルロースナノファイバーの有する加水分解活性制御”、立命館大学、2013年3月24日、第93日本化学会春季年会、日本化学会
30.	芹澤 武、“高分子表面の制御構造とバイオメティック機能”、立命館大学、2013年3月24日、第93日本化学会春季年会、日本化学会
31.	芹澤 武、“Novel Biomaterials for Macromolecular Science and Engineering”、東京工業大学、2013年5月28日、TIT International Research Center of Macromolecular Science Special Symposium 2013 & Third Symposium on Gel and Rubber、東京工業大学国際高分子基礎研究センター
32.	福田広輝、澤田敏樹、芹澤 武、“セルロースナノファイバーを含むハイドロゲルの時間依存的なゾル転移”、京都国際会館、2013年5月29日、第62回高分子学会年次大会、高分子学会
33.	大倉裕道、和田昌久、芹澤 武、“セルロースナノファイバーの有する加水分解活性の制御”、京都国際会館、2013年5月29日、第62回高分子学会年次大会、高分子学会
34.	家高佑輔、澤田敏樹、芹澤 武、“セルロースナノファイバーを用いたヌクレオチドの加水分解”、京都国際会館、2013年5月30日、第62回高分子学会年次大会、高分子学会
35.	芹澤 武、“セルロースナノファイバーが示す加水分解触媒活性”、タワーホール船堀、2013年6月13日、平成25年度繊維学会年次大会、繊維学会

<p>36. 福田広輝、澤田敏樹、芹澤 武、“セルロースナノファイバーによるハイドロゲルの時間依存的ゾル転移”、産業技術総合研究所臨海副都心センター、2013年7月29日、第42回医用高分子シンポジウム、高分子学会</p> <p>37. 芹澤 武、澤田敏樹、大倉裕道、“生理活性高分子としてのセルロースナノファイバー”、産業技術総合研究所臨海副都心センター、2013年7月29日、第42回医用高分子シンポジウム、高分子学会</p> <p>38. 家高佑輔、澤田敏樹、芹澤 武、“セルロースナノファイバーによるリン酸結合の加水分解”、東京工業大学、2013年7月31日、第23回バイオ・高分子シンポジウム、高分子学会</p> <p>39. 芹澤 武、“ペプチドによる高分子の表面修飾からセルロース触媒へ”、神戸大学、2013年9月6日、日本接着学会関西支部若手の会、日本接着学会</p> <p>40. 芹澤 武、“生体分子による高分子表面の修飾と機能化”、金沢大学、2013年9月12日、第62回高分子討論会、高分子学会</p> <p>41. 大倉裕道、和田昌久、芹澤 武、“セルロースナノファイバーを用いた変性タンパク質の選択的加水分解”、金沢大学、2013年9月12日、第62回高分子討論会、高分子学会</p> <p>42. 福田広輝、澤田敏樹、芹澤 武、“セルロースナノファイバーによるハイドロゲルの時間依存的なゾル転移”、金沢大学、2013年9月12日、第62回高分子討論会、高分子学会</p> <p>43. 家高佑輔、澤田敏樹、芹澤 武、“天然由来セルロースナノファイバーを用いたヌクレオチドの加水分解”、金沢大学、2013年9月12日、第62回高分子討論会、高分子学会</p> <p>44. 芹澤 武、“ペプチドによる界面デザインからセルロース触媒へ”、岡山大学、2013年9月16日、化学工学会第45回秋季大会、化学工学会</p> <p>45. 家高佑輔、澤田敏樹、芹澤 武、“天然由来セルロースナノファイバーによるヌクレオチドの加水分解”、タワーホール船堀、2013年10月21日、第3回CSJ化学フェスタ、日本化学会</p> <p>46. 福田広輝、澤田敏樹、芹澤 武、“天然由来セルロースナノファイバーを含有するハイドロゲルの時間依存的なゾル転移”、タワーホール船堀、2013年10月22日、第3回CSJ化学フェスタ、日本化学会</p> <p>47. 芹澤 武、“加水分解触媒としてのセルロースナノファイバー”、徳島県郷土文化会館、2013年10月23日、第52回機能紙研究発表講演会、機能紙研究会</p> <p>48. 芹澤 武、“加水分解触媒として機能するセルロースナノファイバー”、東京ビックサイト、2013年10月30日、INCHEM TOKYO 2013 産学官マッチングフォーラム、繊維学会</p> <p>49. 芹澤 武、“Crystalline Cellulose Nanofibers as Hydrolytic Catalysts”、東京工業大学、2013年11月1日、Japan-Korea Joint Seminar 2013</p> <p>50. 芹澤 武、“サステイナブル高分子触媒としてのセルロースナノファイバー”、名古屋大学、2013年11月25日、第17回名古屋大学VBLシンポジウム、名古屋大学VBL</p> <p>51. 大倉裕道、和田昌久、芹澤 武、“セルロースナノファイバーの加水分解活性制御”、横浜市開港記念会館、2013年12月10日、第23回日本MRS年次大会、日本MRS</p> <p>52. 芹澤 武、“セルロースナノ結晶が示す加水分解触媒活性”、東京工業大学、2014年3月11日、第三回コンビナトリアル科学研究推進体セミナー</p> <p>53. 大倉裕道、和田昌久、芹澤 武、“カオトローブによるセルロースナノ結晶の加水分解活性制御”、名古屋大学、2014年3月27日、日本化学会第94春季年会、日本化学会</p> <p>54. 加藤麻里、大倉裕道、澤田敏樹、芹澤 武、“酵素重合により調製したII型セルロースナノシートが示す加水分解活性”、名古屋大学、2014年3月27日、日本化学会第94春季年会、日本化学会</p> <p>55. 福田広輝、澤田敏樹、芹澤 武、“結晶性セルロースを含有するハイドロゲルの時間依存的なゾル転移”、名古屋大学、2014年3月27日、日本化学会第94春季年会、日本化学会</p> <p>56. 家高佑輔、澤田敏樹、芹澤 武、“セルロースナノ結晶によるヌクレオチドの加水分解”、名古屋大学、2014年3月29日、日本化学会第94春季年会、日本化学会</p> <p>57. 中島沙由香、澤田敏樹、芹澤 武、“セルロースナノ結晶による設計ペプチドの加水分解”、名古屋大学、2014年3月29日、日本化学会第94春季年会、日本化学会</p> <p>58. 秦 裕樹、澤田敏樹、芹澤 武、“縮合触媒としてのセルロースナノ結晶”、名古屋大学、2014年3月29日、日本化学会第94春季年会、日本化学会</p>	<p>一般向け 計0件</p>
--	-----------------

<p>図書</p> <p>計0件</p>	
<p>産業財産権 出願・取得 状況</p> <p>計0件</p>	<p>(取得済み) 計0件</p> <p>(出願中) 計0件</p>
<p>Webページ (URL)</p>	<p>http://www.serizawa.polymer.titech.ac.jp/index.html</p>
<p>国民との科学・技術対話の実施状況</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 芹澤 武、“ペールを脱いだセルロースの意外な性質”、東京工業大学、2012年3月23日、一般向け公開講演会 【実施状況】 本学田町キャンパスにて「東工大の最先端研究」と題する一般向けの講演会において、およそ100名の参加者の前で講演した。活発な質疑を行うことができ、関心の高さを実感した。 2. 芹澤 武、“セルロース・マイクロフィブリル(CMF)の革新機能の開拓とイノベーションの創出”、パシフィコ横浜、2012年5月28~30日、Polymer Expo 【実施状況】 約18,000名が来場したPolymer Expo(高分子学会主催)においてブースを出展し、本研究の内容を広く一般向けに紹介した。いくつかの企業と秘密保持契約や物質移動同意契約を結び、CMF材料の工業応用を目指し、その実用性と将来性を検討している。 3. 芹澤 武、“セルロース触媒”、東京大学、2012年11月9日、新技術発表会 【実施状況】 新学術領域研究「ソフトインターフェイスの分子科学」主催の新技術発表会において、関連する企業関係者に向けて本研究でこれまでに得られた結果および今後の展望について紹介した。 4. 研究室公開、東京工業大学、2012年10月2~3日 【実施状況】 オープンキャンパスに合わせて本研究の内容を展示し、中・高生を中心とする幅広い年代の来場者に向けて本研究の必要性、それによる効果、結果および今後の展望などを紹介した。 5. 芹澤 武、“海の生き物が水質浄化する素材に！？ペールを脱いだセルロースの意外な性質”、東京工業大学、2013年7月23日、高校生向け公開講演会 【実施状況】 本学大岡山キャンパスの講義室にて高校生向けの公開講演会を実施した。関東地方を中心に17名の参加者があり、1時間の講演のあとに30分程の質疑応答を行った。アンケート結果を見る限り、セルロースの新たな活性に興味を抱いたようであった。 6. 芹澤 武、“海の生き物が水質浄化する素材に！？ペールを脱いだセルロースの意外な性質”、東京工業大学、2013年9月3日、東京工業大学サマーレクチャー 【実施状況】 本学大岡山キャンパスのセミナー室にて付属高校生向けのセミナーを実施した。10名程度の参加者に対して30分程かけて本研究の内容や将来性について講演した後に、30分程の研究室見学を実施した。材料や実験の様子を見ることによって、研究をより身近に感じているようであった。 7. 研究室公開、東京工業大学、2013年10月12~13日 【実施状況】 オープンキャンパスに合わせて本研究の内容を展示し、中・高生を中心とする幅広い年代の来場者に向けて本研究の必要性、それによる効果、結果および今後の展望などを紹介した。

様式21

	<p>8. 芹澤 武、“海の生き物が水質浄化する素材に！？～ペールを脱いだセルロースの意外な性質～”、東京工業大学、2013年11月1日、第237回やさしい科学技術セミナー 【実施状況】日本国際財団が定期的実施しているやさしい科学技術セミナーの演者の一人として、本学大岡山キャンパスのくらまえホールで30分間、講演した。50名程の一般参加者があり、熱心に聞いている姿が印象に残った。</p> <p>9. 芹澤 武、“セルロースが水を浄化！？”、日本科学未来館、2013年11月9日、サイエンスアゴラ 【実施状況】サイエンスアゴラ内でバイオテンプレート研究会が主催した一般向けの講演会で、30名程の一般参加者に対し研究内容を20分程かけて平易に紹介した。研究の将来性や波及効果について質問があり、本研究に対する関心の高さを実感した。</p>
<p>新聞・一般雑誌等掲載 計0件</p>	
<p>その他</p>	

7. その他特記事項

なし。