

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年6月15日現在

機関番号：10106

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21550199

研究課題名（和文） インフルエンザウイルス吸着機能を持つ硫酸化多糖ナノ繊維の開発

研究課題名（英文） Development of alkyl curdlan sulfate-coated nano fiber with specific influenza A virus-adsorptive functionality

研究代表者

吉田孝（Yoshida Takashi）

北見工業大学・工学部・教授

研究者番号：40166955

研究成果の概要（和文）：我々はこれまでに合成および天然多糖類を硫酸化した硫酸化多糖は高い抗 HIV 作用を持つことを見出し研究を続けている。特に天然多糖カードランを硫酸化したカードラン硫酸は、低毒性であり高い抗 HIV 作用を示すことを明らかにした。作用機構は、硫酸基に由来する(-)電荷が、HIV のエンベロープタンパク質 gp120 の(+)電荷集中部位に静電的に相互作用してエイズウイルスが T 細胞などへ感染することを阻害すると考えた。インフルエンザウイルスもエンベロープタンパク質を持つ。本研究では、カードラン硫酸の抗ウイルスメカニズムによりインフルエンザウイルスにも適用させた材料化を検討した。

研究成果の概要（英文）：

To develop a biomaterial with an influenza virus-adsorptive functionality, an alkyl curdlan sulfate was prepared by ionic interaction between a positively charged didodecyldimethyl ammonium bromide and a negatively charged sulfate group of curdlan sulfate, which has potent anti-HIV activity, and then coated on a membrane filter with a 1- μ m pore size by hydrophobic interaction with the long alkyl groups in the curdlan sulfate. The alkyl curdlan sulfate with the degree of alkylation (DOA) of 0.03 (1 didodecyldimethyl group/12 sugar residues with 36 hydroxyl or sulfate groups) showed potent anti-HIV activity in a 50% effective concentration (EC₅₀) as low as 0.87 μ g/ml (standard curdlan sulfate EC₅₀ = 0.3 μ g/ml). When 1.6 mg of the alkyl curdlan sulfate with the DOA of 0.03 was coated on a membrane filter (13 mm ϕ , pore size: 1 μ m), three stacked alkyl curdlan sulfate-coated membrane filters dramatically decreased hemagglutination to 1/4 - 1/32. These results can therefore be presumed to demonstrate that the alkyl curdlan sulfate-coated membrane filter removed influenza A viruses by adsorption between the negatively charged sulfate groups and the positively charged envelope protein of the virus.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,800,000	1,140,000	4,940,000

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：カードラン硫酸、アルキル鎖導入カードラン硫酸、インフルエンザウイルス、メンブランフィルター、静電的相互作用、HA 価

1. 研究開始当初の背景

鳥由来新型インフルエンザ流行は世界中で懸念されインドネシアでは100名以上の死者が報告されている。北海道でも白鳥から高病原性H5N1型インフルエンザウイルスが検出され流行防止が急務となっている。ワクチンも開発中でありタミフル等の薬剤もあるが、物理的に感染を予防する手段はない。

2. 研究の目的

インフルエンザウイルスと強く相互作用する硫酸化多糖類の開発と作用メカニズムの解明、硫酸化多糖類へのアルキル鎖導入とその疎水的相互作用によるナノ繊維への結合、ナノ繊維表面へのインフルエンザウイルス吸着特性の解析などについて基礎研究を進め、マスクや医療従事者用の感染予防繊維への応用を図る。

3. 研究の方法

硫酸基にドデシルジメチルアンモニウムブロミド等の長鎖アルキル鎖をイオニックに導入した。

メンブランフィルターにアルキル鎖導入硫酸化多糖類の水溶液に浸漬させ、アルキル鎖と疎水性表面との疎水的相互作用により繊維表面に硫酸化多糖類を塗布した。

4. 研究成果

1. 抗インフルエンザウイルス作用を持つ硫酸化糖鎖

カードラン硫酸中にアルキル鎖が少ない割合（1本アルキル鎖/12~13糖鎖）で導入したものの抗 HIV 作用は、 $0.87\mu\text{g/ml}$ という高い活性を示した。アルキル鎖の割合が増えるに従い抗 HIV 作用は低下することが分かった。アルキル鎖導入カードラン硫酸（1本アルキル鎖/12~13糖鎖） 1.5mg を細孔 $1\mu\text{m}$ のメンブランフィルターに吸着されたものを3枚使う（Tab.1の $M_1CS_{1.5}\times 3$ ）と選択的にインフルエンザ A ウイルスの HA 価を 1/16 以下まで低下させ高い抑制力があることを見出した。インフルエンザ B ウイルスに顕著な効果は見られなかった。メンブランフィルターにコートしたカードラン硫酸の表面は直径 $10\mu\text{m}$ 以上の細孔がある。インフルエンザウイルスの大きさは一般的に $0.1\sim 0.4\mu\text{m}$ ($100\sim 400\text{ nm}$)なので、ろ過による抑制ではなくカードラン硫酸の吸着による抑制と考え

た。

2. ガラクトマンナン糖鎖の構造と生理活性

ガラクトマンナンは豆科植物中に含まれる多糖でありメチル化分析などで $(1\rightarrow 4)\text{-}\beta\text{-Mannopyranan}$ の主鎖6位に Gal 又は Galactopyranan が $(1\rightarrow 4)\text{-}\alpha$ 又は $(1\rightarrow 6)\text{-}\alpha$ 結合で分枝している構造と報告され、水溶液中では高い粘性を示すので食品の増粘剤や安定剤として使われている重要な多糖である。粘性やゲル化に関する研究は多く報告されているが分子量が大きく粘度も高いので、NMR による構造解析や生理活性に関する研究は少ない。

我々は、これまでに合成および天然多糖類を硫酸化した硫酸化多糖は高い抗 HIV 作用を持つことを見出した。²⁾ 本研究では資源量も多くこれまで生理活性などの研究例の少ないガラクトマンナンに着目した。数種類のガラクトマンナンを硫酸で加水分解することによって低分子量化を行い、各分子量における構造の同一性を確認後、高分解能 NMR（1次元、2次元）による構造解析し、抗ウイルス性などの特異な生理活性と構造との関係を調べるために硫酸化を行い生理活性を調べた。

Fenugreek gum (FG), Guar gum (GG), Tara gum (T) ガラクトマンナン多糖類を硫酸化するには、硫酸を用いて低分子量化したガラクトマンナン 0.25 g (0.0015 mol) をピペリジン硫酸 (PSA) 0.73 g (0.003 mol) により $100\text{ }^\circ\text{C}$ で2時間硫酸化を行った。その他の硫酸化する方法としては、クロロスルホン酸 (CSA) で1回硫酸化し、ピペリジン硫酸 (PSA) で繰り返し硫酸化を行った。酸化ガラクトマンナンの抗 HIV、抗凝血性などの生理活性を調べた。

市販のガラクトマンナンの分子量は100万以上であり、水に溶解し難く粘度も高く、そのままでは分析や硫酸化等は困難である。10%、20%の硫酸水溶液処理を検討し、低分子量化ガラクトマンナンを得た。比旋光度、1次元 ^{13}C 及び ^1H NMR 測定、分子分布などから構造の均一性（同一性）を確認して、 ^1H NMR スペクトルの Gal と Man の1位プロトンの面積の割合から Gal と Man の割合を計算した。

これまでにガラクトマンナンの生理活性に関する研究は少ない。4種類のガラクトマ

ンナンを硫酸化した。ガラクトマンナンは分子量が大きく粘度も高いのでそのままでは硫酸化は困難であった。各々のガラクトマンナンを酸加水分解し低分子量化して硫酸化した。2回繰り返し硫酸化するなどの方法を用いてそれぞれの硫酸化ガラクトマンナンを得ることができた。NMR分析によると硫酸基は主にガラクトマンナンの6位に入っていることが分かった。

生理活性を測定した結果、硫酸化ガラクトマンナンは細胞毒性が低く、カードラン硫酸やデキストラン硫酸と同じくらい高い抗HIV作用を示すことを見出した。また、抗凝血性はカードラン硫酸やデキストラン硫酸よりも高い値を示した。その原因はカードラン硫酸やデキストラン硫酸は直鎖の多糖であり、ガラクトマンナンは枝分れしているため、相手タンパク質との相互作用が強くなったのではと推定した。

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 13 件)

- (1) T. Yoshida,* R. Lu, S. Han, T. Katsuta, K. Takeda, K. Sugimoto, M. Funaoka, "Laccase-catalyzed polymerization of lignocatechol and affinity on proteins of resulting polymers", *J. Polym. Sci. Part A: Polym. Chem.*, **47**, 824 - 832 (2009). (IF = 3.529)
- (2) S. Han, Y. Kanematsu, K. Hattori, H. Nakashima, T. Yoshida,* "Ring-opening polymerization of benzylated 1, 6-anhydro-β-D-lactose and specific biological activities of sulfated (1→6)-α-D-lactopyranans", *J. Polym. Sci. Part A: Polym. Chem.*, **47**, 913 - 924 (2009). (IF = 3.529)
- (3) M. Okimoto, T. Yoshida, M. Hoshi, K. Hattori, M. Komata, T. Chiba, "Novel application of an electrooxidative method for the formation of a tetrahydrofuran ring from 5-hydroxy-2-pentanone phenylhydrazone", *Heterocycles*, **78**(6), 1427 - 1432 (2009). (IF = 1.05)
- (4) D. Yoshida, T. Yoshida,* "Elucidation of high ring-opening polymerizability of methylated 1, 6-anhydro-glucose", *J. Polym. Sci. Part A: Polym. Chem.*, **47**, 1013 - 1022 (2009). (IF = 3.529)
- (5) D. Yoshida, S. Han, K. Narita, K. Hattori, T. Yoshida,* "Synthesis of oligosaccharide-branched ribofuranan by ring-opening

polymerization of a new anhydro ribo-trisaccharide monomer", *Macromol. Biosci.*, **9**, 687 - 693 (2009). (IF = 3.298)

(6) K. Hattori, T. Yoshida, "Ring-opening polymerization of a benzylated 1, 6-anhydro-β-D-talopyranose and synthesis of a new polysaccharide, (1→6)-α-D-talopyranan", *Macromolecules*, **42**, 6044 - 6049 (2009). (IF = 4.277)

(7) S. Han, D. Yoshida, T. Kanamoto, H. Nakashima, T. Uryu, T. Yoshida,* "Sulfated oligosaccharide cluster with polylysine core scaffold as a new anti-HIV dendrimer", *Carbohydr. Polym.*, **80**, 1111 - 1115 (2010). (IF = 3.469)

(8) M. Okimoto, T. Yoshida, M. Hoshi, K. Ohashi, "Novel application of electrooxidative method for the cyclization of N-benzyl-2-(hydroxyl-methyl)- and N-benzyl-2-(2-hydroxyethyl)piperidines", *Heterocycles*, **81**, 2471 - 2478 (2010). (IF = 1.05)

(9) Y. Wan, R. Lu, K. Akiyama, K. Okamoto, T. Honda, Y. Du, T. Yoshida, T. Miyakoshi, C. J. Knill, J. F. Kennedy, "Effects of lacquer polysaccharides, glycoproteins and isoenzymes on the activity of free and immobilised laccase from *Rhus vernicifera*", *Internat. J. Biol. Macromol.*, **47**, 76 - 81 (2010). (IF = 2.366)

(10) M. Tegshi, S. Han, T. Kanamoto, H. Nakashima, T. Yoshida, "Synthesis and specific influenza A virus-adsorptive functionality of alkyl curdlan sulfate-coated membrane filter", *J. Polym. Sci. Part A: Polym. Chem.*, **49**, 3241 - 3247 (2011). (IF = 3.971)

(11) M. Tegshi, T. Yoshida, "Structural analysis of galactomannans by NMR spectroscopy", *Carbohydr. Polym.*, **87**, 1893 - 1898 (2011). (IF = 3.659)

(12) M. Okimoto, T. Yoshida, M. Hoshi, T. Chiba, K. Maeo, "Successful application of indirect electrooxidation for the transformation of biaryl methanols to the corresponding biaryl ketones", *Synth. Commun.*, **41**, 3134 - 3139 (2011). (IF = 0.98)

(13) M. Tegshi, S. Han, H. Ishimura, T. Yoshida, "Sulfated polysaccharides as specific biologically active materials", *Trends in Glycoscience and Glycotechnology (TIGG)*, **23**(134), 292-305 (2011). (IF = 0.62)

[学会発表] (計 73 件)

国際会議発表

(1) Takashi Yoshida, "Ring-opening polymerization of anhydro di- and trisaccharide monomers", Proceedings of the fourth international symposium on traditional medicine and innovative drugs (July 2009, Ordos, China).

(2) Tegshi Muschin, Takashi Yoshida, "Synthesis of sulfated polysaccharides with alkyl groups and their biological activities", Proceedings of the fourth international symposium on traditional medicine and innovative drugs (July 2009, Ordos, China).

(3) Tegshi Muschin, Takashi Yoshida, "Synthesis of alkyl curdlan sulfates with anti-virus activities", The 1st FAPS Polymer Congress (October 2009, Nagoya).

(4) Shuqin Han, Taisei Kanamoto, Hideki Nakashima, Takashi Yoshida, "Anti-virus activity of polylysine dendrimer with sulfated oligosaccharides", *Pacificchem 2010* (December 2010, Honolulu).

(5) Takahisa Ishimura, Rong Lu, Takashi Yoshida, Tetsuo Miyakoshi, "Development of hybridized oriental lacquer diluted with linseed oil", *Pacificchem 2010* (December 2010, Honolulu).

(6) Surina Bo, Takashi Yoshida, "Study on DNA Analysis of Lacquer Plants", *Pacificchem 2010* (December 2010, Honolulu).

(7) Tegshi Muchin, Takashi Yoshida, "Curdlan sulfate coated membrane filter with influenza virus capturing function", *Pacificchem 2010* (December 2010, Honolulu).

(8) Xianxiang Liang, Takashi Yoshida, "Direct ethanol fermentation of cello-oligosaccharides by recombinant yeast pYBGA1", *Pacificchem 2010* (December 2010, Honolulu).

(9) M. Tegshi, S. Han, T. Kanamoto, H. Nakashima, T. Yoshida, "Development of influenza A virus-removal membrane filter by alkyl curdlan sulfate", *5th International symposium of "present situation and future status of Mongolian traditional medicine development"*, 招待講演 (September 2011, Ulaanbaatar, Mongolia).

(10) S. Han, G. Borjihan, T. Yoshida, "Synthesis of amphiphilic glycodendrimers with bioactive compounds", *5th International symposium of "present situation and future status of Mongolian traditional medicine development"*, (September 2011, Ulaanbaatar, Mongolia).

(11) X. Liang, T. Yoshida, T. Uryu, "Direct ethanol fermentation of cello-oligosaccharides by recombinant yeast", *The 2nd Federation of Asian Polymer Societies (FAPS) Polymer Congress* (May 2011, Beijing, China).

(12) A. Mori, A. Umeda, T. Yoshida, T. Uryu, "Treatment of cellulose and ethanol fermentation", *The 2nd FAPS Polymer Congress* (May 2011, Beijing, China).

(13) B. Surina, T. Yoshida, "Relationship between DNA Sequences of the Natural Polymer Lacquer Plants and Its Growth Environments", *The 2nd FAPS Polymer Congress* (May 2011, Beijing, China).

(14) T. Ishimura, T. Yoshida, "Interaction between sulfated polysaccharides and poly-L-lysine by surface plasmon resonance", *The 2nd FAPS Polymer Congress* (May 2011, Beijing, China).

(15) M. Tegshi, T. Kanamoto, H. Nakashima, T. Yoshida, "Synthesis and specific influenza A virus-adsorptive functionality of alkyl curdlan sulfate-coated membrane filter", *The 2nd FAPS Polymer Congress* (May 2011, Beijing, China).

国内学会発表、シンポジウム発表

(1) 吉田 大、吉田 孝、「いくつかの無水糖誘導体の合成と開環重合」、平成21年度繊維学会年次大会 (平成21年6月、東京)

(2) 梅田 篤、森 文香、石澤真也、沖本光宏、吉田 孝、瓜生 敏之、「遺伝子組換え酵母によるセルロース系バイオエタノールの成」、平成21年度日本化学会北海道支部夏季研究発表会 (平成21年7月、苫小牧)

(3) 特 格希、吉田 孝、金本大成、中島秀喜、「新規多糖類の抗ウイルス作用と生医学材料化」、第58回高分子討論会 (平成21年9月、熊本)

(4) 特格希、吉田 孝、「新しい硫酸化多糖抗ウイルス材料の開発」、第18回ポリマー材料フォーラム (平成21年11月、東京)

(5) 吉田 大、小林 克弥、吉田 孝、「無水糖モノマーの合成と開環重合性」、第45回(2010年度)高分子学会北海道支部研究発表会 (平成22年1月、札幌)

(6) Tegshi Muschin, 吉田 孝、「ガラクトマンナン類のNMRによる構造解析」、第45回(2010年度)高分子学会北海道支部研究発表会 (平成22年1月、札幌)

(7) 梁 鮮香、吉田 孝、「遺伝子組換え酵母によるセロオリゴ糖のエタノール発酵」、第45回(2010年度)高分子学会北海道支部研究発表会 (平成22年1月、札幌)

(8) 田路 真美、吉田 孝、「漆 DNA の抽出とシーケンス解析」、第45回(2010年度)高分子学会北海道支部研究発表会 (平成22年1月、札幌)

(9) Tegshi Muschin, 吉田 孝、「ガラクトマンナン類のNMRによる構造解析」第59回高分子学会年次大会 (平成22年5月、横浜)

- (10)蘇 日娜、田路 真美、吉田 孝、「日本産ウルシ属植物の DNA 解析」、第 59 回高分子学会年次大会（平成 22 年 5 月、横浜）
- (11)梁 鮮香、吉田 孝、瓜生 敏之、「セロオリゴ糖の直接発酵によるバイオエタノールの合成」、第 59 回高分子学会年次大会（平成 22 年 5 月、横浜）
- (12)小林克弥、Tegshi Muschin、吉田 大、吉田 孝「長鎖アルキル基をもつ無水糖モノマーの合成と開環重合」、平成 22 年度繊維学会年次大会（平成 22 年 6 月、東京）
- (13)石村 敬久、陸 榕、吉田 孝、宮腰 哲雄、「植物由来の反応希釈剤を利用した VOC フリー型ハイブリッド漆塗料の開発」、平成 22 年度日本化学会北海道支部夏季研究発表会（平成 22 年 7 月、函館）
- (14)蘇 日娜、吉田 孝、「ウルシ属植物の DNA 塩基配列の比較」、平成 22 年度日本化学会北海道支部夏季研究発表会（平成 22 年 7 月、函館）
- (15)Tegshi Muschin、吉田 孝、「ガラクトマンナン類の構造解析と硫酸化」、平成 22 年度日本化学会北海道支部夏季研究発表会（平成 22 年 7 月、函館）
- (16)梅田 篤、森 文香、石澤真也、沖本光宏、吉田 孝、瓜生敏之、「遺伝子組換酵母によるセルロース系バイオエタノールの合成」平成 22 年度日本化学会北海道支部夏季研究発表会（平成 22 年 7 月、函館）
- (17)梁 鮮香、吉田 孝、「セロオリゴ糖の直接発酵によるバイオエタノールの合成」、平成 22 年度日本化学会北海道支部夏季研究発表会（平成 22 年 7 月、函館）
- (18)吉田 孝、「セルロースの前処理法の開発とセロオリゴ糖のバイオエタノール発酵」、第 59 回高分子学討論会（平成 22 年 9 月、札幌）
- (19)石村敬久、吉田 孝、宮腰哲雄、「漆脂質酵素重合物の NMR による構造解析と抗酸化性評価」、第 59 回高分子学討論会（平成 22 年 9 月、札幌）
- (20)蘇 日娜、吉田 孝、「日本産ウルシ属植物の核 DNA ITS と 5'ETS 領域の配列解析」、第 59 回高分子学討論会（平成 22 年 9 月、札幌）
- (21)Tegshi Muschin、吉田孝、金本大成、中島秀喜、「カードラン硫酸をコートしたメンブレンフィルターの作製と抗インフルエンザウイルス活性」、第 59 回高分子学討論会（平成 22 年 9 月、札幌）
- (22)梅田篤、吉田孝、瓜生敏之、「セルロースのセロオリゴ糖への前処理法の検討」、第 59 回高分子学討論会（平成 22 年 9 月、札幌）
- (23)梁 鮮香、吉田 孝、瓜生 敏之、「形質転換酵母によるセロオリゴ糖のエタノール発酵条件の検討」、第 59 回高分子学討論会（平成 22 年 9 月、札幌）
- (24)Tegshi Muschin、吉田孝、金本大成、中島秀喜、「硫酸化多糖によるインフルエンザウイルスメンブレンフィルターの開発」、第 19 回ポリマー材料フォーラム（平成 22 年 12 月、名古屋）
- (25)住佐 太・吉田 孝、「セルロースの効率的糖化～新規糖化促進遺伝子の単離～」、第 46 回(2011 年度)高分子学会北海道支部研究発表会（平成 24 年 1 月、札幌）
- (26)石村 敬久、吉田 孝「SPR による硫酸化糖鎖とモデルペプチドとの相互作用」第 46 回(2011 年度)高分子学会北海道支部研究発表会（平成 24 年 1 月、札幌）
- (27)白 玉廷、石村 敬久、吉田 孝「漆糖鎖の分離と構造」第 46 回(2011 年度)高分子学会北海道支部研究発表会（平成 24 年 1 月、札幌）
- (28)蘇 日娜、吉田 孝「漆の生育環境と DNA 塩基配列の関係」第 46 回(2011 年度)高分子学会北海道支部研究発表会（平成 24 年 1 月、札幌）
- (29)伊藤 奈菜、蘇 日娜、吉田 孝、「ウルシ属ハゼノキの生育環境と DNA 塩基配列（1）」、第 46 回（2011 年度）高分子学会北海道支部研究発表会（平成 24 年 1 月、札幌）
- (30)森 文香、吉田 孝「C5 エタノール発酵酵母の調整」第 46 回(2011 年度)高分子学会北海道支部研究発表会（平成 24 年 1 月、札幌）
- (31)柳沢 元紀、住佐 太、吉田 孝「セルロース糖化に関与する遺伝子のクローニング」第 46 回(2011 年度)高分子学会北海道支部研究発表会（平成 24 年 1 月、札幌）
- (32)竹内 俊光、住佐 太、吉田 孝「セルロース糖化能を持つバクテリアの探索」第 46 回(2011 年度)高分子学会北海道支部研究発表会（平成 24 年 1 月、札幌）
- (33)志賀 太一・石村 敬久・吉田 孝、「シクロデキストリンコアを持つオリゴ糖鎖の合成」第 46 回(2011 年度)高分子学会北海道支部研究発表会（平成 24 年 1 月、札幌）
- (34)吉田 孝、「セルロース系バイオマスからのバイオ燃料、バイオポリマーの開発」、第 60 回高分子討論会、招待講演（September 2011, 岡山）
- (35)梅田 篤、吉田 孝、瓜生 敏之、「バイオエタノール合成のためのセルロース前処理方法の開発」、第 60 回高分子年次大会（May 2011, 大阪）
- (36)梁 鮮香、吉田 孝、瓜生 敏之、「形

質転換酵母によるセロオリゴ糖の直接エタノール発酵」、第 60 回高分子年次大会 (May 2011, 大阪)

(37)石村敬久、吉田 孝、「SPR 分析を用いた硫酸化多糖-ポリリシン間の相互作用における硫酸化度の影響評価」、第 60 回高分子年次大会 (May 2011, 大阪)

(38)ムスチン トグシ、吉田 孝、金本大成、中島秀喜、「硫酸化多糖による抗ウイルス性フィルター の作成」、第 60 回高分子年次大会 (May 2011, 大阪)

(39)蘇 日娜、吉田 孝、「天然高分子漆の DNA 塩基配列と生育環境との関係」、第 60 回高分子年次大会 (May 2011, 大阪)

(40)梁 鮮香、森 文香、吉田 孝、「形質転換酵母によるセルロース系バイオエタノールの合成」、第 11 回 GSC シンポジウム (May 2011, 東京)

(41)梁 鮮香、梅田 篤、森 文香、池田 敬昌、吉田 孝、瓜生 敏之、「セルロース前処理法の検討とエタノール発酵」、平成 23 年度繊維学会年次大会 (June 2011, 東京)

(42)石村 敬久、吉田 孝、「SPR によるポリリシンと硫酸化多糖の相互作用解析」、第 60 回高分子討論会、(September 2011, 岡山)

(43)韓 淑琴、博格日勒図、吉田 孝、「生理活性低分子化合物を有する両親媒性グリコ dendrimer の合成」、第 60 回高分子討論会、(September 2011, 岡山)

(44)ムスチン トグシ、吉田 孝、「カードラン硫酸によるインフルエンザウイルス除去フィルター の開発」、第 20 回ポリマー材料フォーラム (November 2011, 東京)

(45)白 玉廷、石村 敬久、吉田 孝、「漆多糖類の構造とポリリシンとの相互作用」、第 60 回高分子討論会、(September 2011, 岡山)

(46)住佐 太、吉田 孝、「セルロースの効率的糖化～新規遺伝子の単離～」、第 46 回 (2011 年度) 高分子学会北海道支部研究発表会 (January 2012, 札幌)

(47)石村 敬久、吉田 孝、「SPR による硫酸化糖鎖とモデルペプチドとの相互作用」、第 46 回 (2011 年度) 高分子学会北海道支部研究発表会 (January 2012, 札幌)

(48)白 玉廷、石村 敬久、吉田 孝、「漆糖鎖の分離と構造」、第 46 回 (2011 年度) 高分子学会北海道支部研究発表会 (January 2012, 札幌)

(49)蘇 日娜、吉田 孝、「漆の生育環境と DNA 塩基配列の関係」、第 46 回 (2011 年度)

高分子学会北海道支部研究発表会 (January 2012, 札幌)

(50)伊藤 奈菜、蘇 日娜、吉田 孝、「ウルシ属ハゼノキの生育環境と DNA 塩基配列 (1)」、第 46 回 (2011 年度) 高分子学会北海道支部研究発表会 (January 2012, 札幌)

(51)森 文香、吉田 孝、「C5 エタノール発酵酵母の調整」(ポスター賞受賞)第 46 回 (2011 年度) 高分子学会北海道支部研究発表会 (January 2012, 札幌)

(52)柳沢 元紀、住佐 太、吉田 孝、「セルロース糖化に関与する遺伝子のクローニング」、第 46 回 (2011 年度) 高分子学会北海道支部研究発表会 (January 2012, 札幌)

(53)竹内 俊光、住佐 太、吉田 孝、「セルロース糖化能を持つバクテリアの探索」、第 46 回 (2011 年度) 高分子学会北海道支部研究発表会 (January 2012, 札幌)

(54)志賀 太一、石村 敬久、吉田 孝、「シクロデキストリンをコアに持つオリゴ糖鎖の合成」、第 46 回 (2011 年度) 高分子学会北海道支部研究発表会 (January 2012, 札幌)

(55)吉田 孝、「漆構成成分の構造解析と相互作用」、漆サミット 2012 (January 2012, 東京)

(56)石村 敬久、吉田 孝、「表面プラズモン共鳴による漆糖鎖とタンパクの相互作用」、漆サミット 2012 (January 2012, 東京)

(57)蘇 日娜、吉田 孝、「日本産漆の DNA 遺伝子的系統解析と生育環境との関係」、漆サミット 2012 (January 2012, 東京)

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等
なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

吉田 孝 (YOSHIDA TAKASHI)

研究者番号：40166955

(2) 研究分担者

中島 秀喜 (NAKASHIMA HIDEKI)

研究者番号：20192669

(3) 連携研究者

瓜生 敏之 (URYU TOSHIYUKI)

研究者番号：80011005