

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 16 日現在

機関番号：11601

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24300245

研究課題名(和文) 廃棄繊維の有効利用による放射性セシウムを含めた環境汚染物質の浄化機能性材料の設計

研究課題名(英文) Design of purification functional materials for pollutants including radioactive cesium by using disposable fiber

研究代表者

金澤 等 (Kanazawa, Hitoshi)

福島大学・共生システム理工学類・教授

研究者番号：50143128

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 15,400,000円

研究成果の概要(和文)：繊維の改質による環境浄化材料の設計をめざした。それは廃棄繊維の有効利用にもなる。陰イオン性グラフト化繊維で、水中または空気中のアンモニアを捕捉できた。非イオン性有機化合物はレーヨンで捕捉できた。セシウムについて考慮した。アクリル酸グラフトレーヨンで、塩化セシウム溶液のセシウムカチオンをゼオライトよりも効果的に捕捉できた。しかし、他のイオンの共存下ではセシウムがグラフト化レーヨンに優先的には吸着しないことがわかった。放射性セシウムは土壌に強く吸着し、水にはほぼ溶けないことがわかった。室内の粉塵から放射性セシウムが数千～15000Bq/kg程度検出された。空気清浄機による粉塵の捕捉が重要と考えた。

研究成果の概要(英文)：This study was carried out to prepare functional materials by the chemical modification of various fibers, which leads to the effective use of waste fibers. Anionic monomer grafted cellulose fibers adsorbed metallic ions and cationic surfactants in water. Nonionic organic compounds in water were trapped by rayon fiber. Subsequently, an aqueous cesium chloride solution was examined to consider the property of radioactive cesium compounds. Grafted fiber adsorbed cesium ions more effectively than zeolite. But, the fiber did not adsorb cesium ion in the presence of other metallic ions. Radioactive cesium compounds adsorbed in the soil could not be dissolved easily in water. Thus, the removal of cesium dissolved in water is not practical. It was found that the dusts in our buildings contained about 15,000 Bq/kg of radioactive cesium. Thus, the removal of the dusts was examined by using air cleaners. The chemical modification of nonwoven fabric filters for air cleaners was investigated.

研究分野：高分子科学 繊維科学 結晶化学 染色科学

キーワード：繊維 吸着 アンモニア 放射性セシウム 空気清浄機

1. 研究開始当初の背景

(1) 研究の出発点「繊維の種類の違いと有機物吸着特性の関係」

研究代表者は、経験的に、「髪の毛や羊毛の衣服に、臭いがつきやすい」という印象を持っていた。そこで、「タンパク質繊維には臭いが吸着しやすいかも知れない」と考えた。タンパク質は種々のアミノ酸残基からなり、「生体内では、タンパク質が他の物質を認識する」という特性が大切な役割となる。そこで、「繊維の構造の違いによる吸着の差があるかも知れない」という仮説を持った。種々の繊維をガラス瓶の中につり下げて、瓶の底に複数の有機化合物を入れて、化合物の蒸気を繊維に吸収させる実験を行った。繊維に吸着した物質をガスクロマトグラフィーで分析した結果、各繊維は有機物質を選択的に吸着する事がわかった。

(2) 「タンパク質に対する有機化合物吸着特性の解明と選択的吸着剤の開発」

研究代表者は「科学技術庁 COE 研究;「昆虫機能を利用した新材料の創出に関する研究」、代表：農水省農業生物研究所所長(平成8年4月~13年3月)の研究分担者として、上記課題を研究した。それまで未知であった吸着現象の規則性を検討した。並行して、「絹フィブロイン繊維がアミノ酸混合物の水溶液から選択的にリジンを吸着・分離できる事」を見出した。上記研究所から、その成果を特許出願した。

(3) 「不要繊維の化学改質による有効利用」の着想

「繊維素材に官能基を導入した材料にすれば、空気や水中の汚染物質を吸着して浄化できる可能性がある」という着想をした。「平成17-19,20-22年度科学研究費補助金」を受けて、改質セルロース繊維を用いて、水中の界面活性剤、有機物の吸着除去の可能性をみた。水中および空気中のアンモニアを効果的に吸着できる繊維を検討した。アンモニアが、結合「 $-COO \cdot NH_4^+$ 」を形成して吸着すると考えた。

2. 研究の目的

資源とエネルギーの節約は大きな課題となっている。本代表者の研究課題の一つは、「廃棄される資源を再利用して高機能性材料を作る事」である。衣料用を含めた繊維製品の約88%(207.6万トン)が廃棄されており、もはや、衣料を衣料用として再利用するだけでは非現実的である。廃棄繊維の中には、裁断物や未使用物のようにクリーンな状態で廃棄される材料があり、その再利用は比較的容易になる。そこで、本研究は、資源の節約と環境への配慮を念頭において、繊維素材に化学反応を施して、環

境浄化材料を作る事を目標とした。なお、福島県内の原子力発電所事故で飛散した放射性物質の中で、半減期の長い「セシウム137」が問題となった。吸着を研究する対象として、その対応を考慮する事にした。

3. 研究の方法

(1) 未改質状態の繊維の機能性

繊維を改質しないで用いる場合、「親水性繊維を水に入れた場合であっても、繊維は水と比べれば、疎水性であるので、疎水性の作用をする」と考え、適用をみる。

(2) 化学的改質繊維の機能性

化学的改質とは、繊維の分子構造に新たな官能基または構造を導入することである。改質の多くは天然繊維に限定されてきた。それは、天然繊維に比べると、合成繊維の化学改質が困難であることによる。一方、研究代表者は、化学改質の困難なポリプロピレン繊維を改質して、吸水性をもたせることに成功して、特許を取得した。この技術を改良して、合成繊維(ポリエステル、ナイロン、ポリプロピレンなど)や半合成繊維の化学的な改質が期待される。研究代表者の特許技術を利用するので、国内外に例は見られない。

(3) 対象とする汚染物質のモデル

水中の対象汚染物質は、実際に問題となる界面活性剤、柔軟仕上げ剤、トリハロメタン、アルコール、アンモニアを主とする。空気中の汚染物質は、アンモニアを主とした。

(4) 吸着機構の検討

異なる種類の有機化合物(トルエン、アセトン、酢酸エチル、アルコール、炭化水素など)の吸着傾向を調べて、吸着機構の理論的解釈を目指した。

(5) 放射性セシウムの問題

実際にキャンパスに存在する放射性物質を含む土壌、枯葉、雨水などを使って、検討を進める。これまでの予備実験と情報から、次の3項目を考慮した。

塩化セシウム水溶液を用いて、化学改質繊維の吸着特性をゼオライトや紺青(ブルシアンブルー:PB)と比較すること。

土壌に強く吸着したセシウム化合物の溶出の可能性の検討。

放射性セシウム吸着粉塵の対策

4. 研究成果

(1) アルコールの吸着除去

未改質のレーヨンのカラムに詰めて、7種のアルコールの水溶液を透過させた。各アルコールの吸着量と溶液の流量の関係をFig.1に示す。微量のアルコールはレーヨンによって、ほぼ完全に吸着除去できる事がわかった。2-プロパノールが最も吸着し

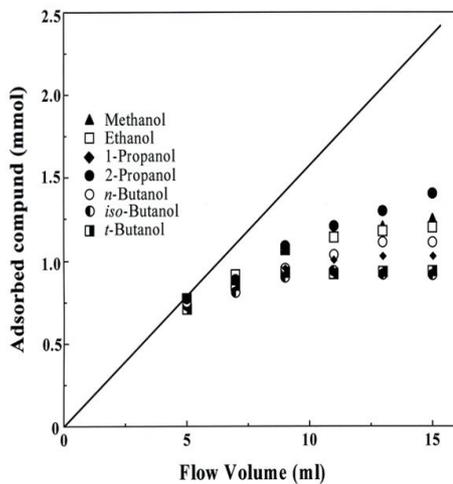


Fig.1 レーヨンに対する水中溶存アルコールの吸着
 アルコール濃度=0.154mol/L、流速=0.1ml/min、使用繊維の重量=0.665g、温度=20

やすい事が見られた。水中では疎水性となるレーヨンにイソプロピル基が疎水性結合でつきやすいという可能性を考えた。

(2)改質繊維による水中のアンモニウムイオンの捕捉

アクリル酸グラフト繊維で、塩化アンモニウム水溶液中のアンモニウムイオン(NH₄⁺)を捕捉する実験を行った。アクリル酸グラフト化した各種繊維は、水中からアンモニウムイオンをよく吸着できた。グラフト率が大きな因子であった。

(3)空気中のアンモニアの吸着

化学改質繊維によるアンモニアガスの吸着除去実験を行った。未処理 PET 繊維と AA グラフト化 PET 繊維による、空気中のアンモニア気体の吸着時間と吸着量の関係を Fig.2 に示す。同実験を AA グラフト化セルロース繊維で行った結果、AA グラフト化 PET 繊維は、低いグラフト率であっても、多くの吸着量が得られた。データには再現性があったので、PET 繊維の疎水性が、AA グラフト構造の活性化をもたらす事になると考えられる。

(4)土壌に含まれる放射性 Cs の性質 材料の線透過性

簡単な実験で、線の透過性を見積もった。放射性元素を多量に含む土壌に硝子板を載せ、そのうえに、種々の素材を載せて、下から透過してくる線量を、上部の線測定器(サーベイメータ: AlokaTCS-171B)で測定した。厚さ 20cm 程度の種々の布やゴムには線遮蔽効果はなかった。なお、無機物やレンガには線遮蔽効果がみられた。

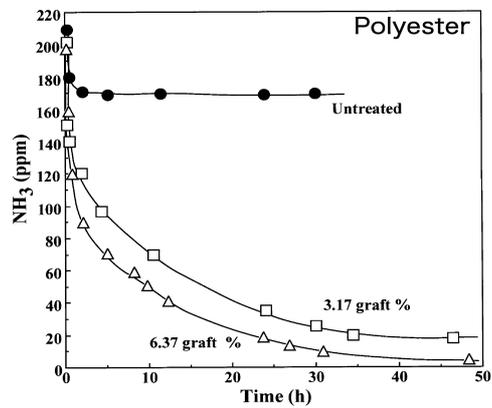


Fig.2 未処理 PET 繊維、AA-graft PET (グラフト率: 3.17%, 6.37%) による空気中のアンモニアガスの吸着

水の線遮蔽効果

ビーカーに水を入れて、その深さを変えて、線透過量を測定した。Fig.3 に示すその結果、Fig.4 が得られた。水分子の電子が線を吸収すると考察した。測定曲線の近似回帰関数(式1)を求めて、線を全部吸収する水の深さを見積もった。約 14m の深さの水が必要と見積もられた。

$$\text{関数 } RD (\mu\text{Sv/h}) = 1.10 * e^{-(0.055d)}$$

$$(d=\text{depth(cm)}) \quad \text{--- 式 1}$$

この場合の線量は、Cs134、Cs137 その他の核種からの線の総量と考えられるので、式1は実験式である。Lambert-Beerの式に相当する。



Fig.3 水の線遮蔽実験

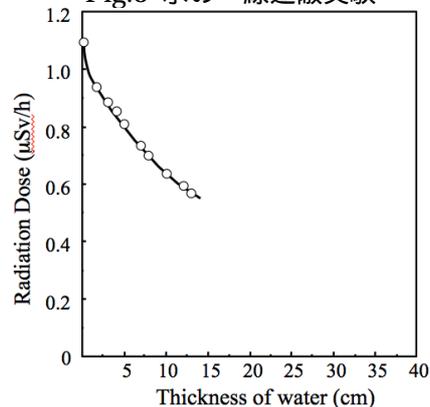


Fig.4 水の深さと線透過量の関係

放射性セシウムの水への溶解性

本測定場所に実在する 線は、ほぼ全てがセシウム (Cs134 と Cs137) によるとみられる。以下の実験を行った。

i) 放射性物質含量の高い土壌を採取して、放射性セシウムの含有量をゲルマニウム半導体検出装置 (Canberra 製) による 線測定から求めた、33.7 万 Bq/kg であった。

ii) 上記土壌 (200 g) に、水 1.5L を加えて、室温 (20℃) 下で、22 時間攪拌 (プロペラ式攪拌機) した。

iii) ろ紙 (No.2) で濾過後、濾液の放射性セシウム含量 (Bq/kg) を測定した。

iv) 次に、濾液をメンブレンフィルター (DISMIC-13HP、孔径 0.45µm、アドバンテック) で濾過後、濾液の放射性セシウム含量を測定した。

v) 濾液を遠心分離 (10000rpm して、上澄み液の放射性セシウム含量を測定した。

vi) アルカリ、酸、アンモニウム塩を添加して、放射性セシウムの溶解性をみた。

ろ紙 > メンブレンフィルター > 遠心分離の順に、濾過の程度が厳しくなるほど、セシウム含量は少なくなった。Table 1 には、移行係数の他に、モル溶解度を示す。これらの測定から、「土壌吸着の放射性セシウムは、通常の水 (pH=6~7) には、ほぼ溶解しない」と言える。この結果は各報告に一致する [1-2]。Table 1 には、各濾液または遠心分離液の放射性セシウム含有量を示す。

Separation	[Cs] Bq/kg	Transfer factor x 10 ⁴	Molar solubility % x 10 ²
filter paper	155	4.59	4.86
membrane filter	20.9	0.620	0.589
centrifuga- tion	18.2	0.540	0.563

放射性セシウムのアルカリ水溶液への溶解性

0.1N の NaOH 水溶液 (pH=14) によって、同様の実験を行った。遠心分離後、0.1N の NaOH 水溶液には 11.1 Bq/kg のセシウムが含まれた。移行係数 = 0.100 (モル溶解度 = 10%) となる。

枯葉からの放射性セシウムのアルカリ水溶液への溶解性

採取した枯葉 = 5540 Bq/kg。水で洗浄後の枯葉 = 3840 Bq/kg、アルカリ洗浄枯葉 = 1260 Bq/kg (20% 残留) のような結果が得られた。放射性セシウム含有乾燥土壌が

水に分散したと考えた。

(5) 塩化セシウム水溶液を用いたセシウムイオンの吸着実験

Cs⁺イオンは、陰イオン性の材料で吸着できると考えた。市販のゼオライトとアクリル酸グラフトレーションによる Cs⁺吸着を比較したアクリル酸グラフト繊維は、ゼオライトよりも、Cs⁺吸着能が大きい事がわかった。自然界には、セシウムイオンが単独で存在する環境はあり得ない。そこで、カルシウムイオン、マグネシウムイオン、鉄イオン等の共存下で、同実験を行った。グラフトレーションには、カルシウムイオン、マグネシウムイオンが優先的に吸着した。一方、ゼオライトには、Cs⁺の吸着傾向が大きいことが見られた。なお、PB には、ゼオライトと同様に Cs⁺の吸着特性がある事が見られた。ゼオライトと PB の吸着機構は空隙への取り込みの効果が大きい。

(6) 粉塵の対策

放射性セシウムは土壌に強く吸着しているので、土壌が乾燥して飛散した粉塵に最も注意を要する。そこで、「乾燥土壌の粉塵の捕捉」を考慮した。空気清浄機に化学繊維の不織布フィルターを装着して、14 日間、室外に設置した。未処理フィルターは 1.4 Bq/m² の放射性セシウムを吸着した。一方、金属化合物で処理した不織布では、粉塵に含有されるセシウムの最大値が 2.7 Bq/m² となった。検討の余地は多い。

(7) まとめ

繊維または改質繊維によって、水中の有機化合物を効果的に吸着除去できる可能性が認められた。アクリル酸グラフト化繊維で、アンモニアガスを吸着できた。

アクリル酸グラフト化繊維は、水中にセシウムイオンが単独で溶解する場合、セシウムをよく吸着したが、カルシウムなどのイオン共存下では、セシウムを吸着しなくなった。

土壌に付着する放射性セシウムの水への溶解性は、ほぼ無い。アルカリやアンモニウム塩存在下で、ごく微量の溶解が見られた。放射性セシウムを含む粉塵の対策として、空気清浄機のフィルターの改質によって、効果的な吸着を期待できた。

文献

[1] 社団法人日本土壌肥料学会「土壌・農作物等への原発事故影響WG 原発事故関連情報(1): 放射性核種 (セシウム) の土壌-作物 (特に水稲) 系での動きに関する基礎的知見」, 3月28日, 2011年,
<http://jssspn.jp/info/secretariat/post-15.html>

[2] 三好弘一「土壌からの放射性セシウムの分離」日本放射線安全学会, 6月, 2012年, <http://www.jrsm.jp/shinsai/3-4miyoshi.pdf#search=放射性セシウムの溶解性>

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 6 件)

- H. Kanazawa, A. Inada, A. Sakon, H. Uekusa, "Crystal structure of γ -methyl-L-gultamate N-carboxy anhydride", *Acta Crystallographica*, Vol. E71, 2015, pp 48-50 (査読有)
- H. Kanazawa, A. Inada, "Crystal structure of γ -ethyl-L-gultamate N-carbox anhydride", *Acta Crystallographica*, Vol. E72, 2015, pp110-112 (査読有)
- A. Inada, H. Kanazawa, H. Uekusa, "Crystal structure of L-isoleucine N-carbox anhydride", *X-ray structure analysis online*, Vol. 436, 2015, pp 44-47 (査読有)
- 金澤 等 「放射線対策, 除染に役立つマテリアル 放射性セシウムの化学的性質, 溶解性とその分離の可能性」, *Material Stage*, No.2, 2014, pp 5-8 (依頼執筆)
- 金澤 等、稲田文 「改質が難しい高分子材料の改質法」, *コンバーテック (加工技術研究会)*, No.2, 2014, pp 1-12 (依頼執筆)
- 金澤 等 「未来への道しるべ: 福島県 の状況と未来に向けて」, *未来材料 ((株)NTS)*, 12 巻, 2012, pp 59-62 (依頼執筆)

[学会発表](計 87 件)

- 1) H. Kanazawa, A. Inada, "Reexamination of Reactivity of N-Carboxy Amino Acid Anhydrides 57. Consideration of the real reaction mechanism and a discovery of new type topochemical polymerization", The 10th SPSJ International Polymer Conference (IPC2014) (つくば市), 12/3-5, 2014
- 2) H. Kanazawa, A. Inada, "Modification of chemically stable polymeric materials 46. Improvement in the adhesion and coating-printing properties of chemically stable polymeric materials and CFRP", IPC2014 (つくば市), 12/3-5, 2014
- 3) H. Kanazawa, A. Inada, "Modification of Chemically Stable Polymeric Materials 44. Improvement in the Hydrophobic Property and Adhesion Property of Polymeric Materials and FRPS, Asian Workshop on Polymer Processing (AWPP)2014(台湾), 11/17-20, 2014
- 4) H. Kanazawa, A. Inada, "Modification of Chemically Stable Polymeric Materials 45. Improvement in the Adhesion and Water-based Paint-coating Properties of Polymeric Materials", *Engineering Plastics and Car-aircraft-use CFRP*, AWPP 2014 (台湾), 11/17-20, 2014
- 5) 金澤 等、稲田 文 「化学的に安定な高分子の改質 53: 接着しないプラスチック・複合材料の接着」, *成形加工シンポジウム14*, (新潟市), 11/13-14, 2014
- 6) H. Kanazawa, A. Inada, "Reexamination of polymerization of N-carboxy amino acid 54. Consideration on the living polymerization mechanism of amino acid NCAs", *International Symposium on Fiber Science and Technology (ISF2014)* (東京), 9/29-10/12, 2014
- 7) H. Kanazawa, A. Inada, "Adsorption of organic compounds to polymeric materials 9. Adsorption of organic compounds to various fibers and synthetic polypeptides", *International Symposium on Fiber Science, ISF2014* (東京), 9/29-10/12, 2014
- 8) 金澤 等、稲田 文 「アミノ酸 NCA の反応性の再検討 55. 真の反応機構の考察と固相トポケミカル重合の有効性」, 第 63 回高分子討論会 (長崎), 9/24-26, 2014
- 9) H. Kanazawa, A. Inada, "Improvement in the adhesive and printing properties of chemically stable polymeric materials such as polypropylene, silicone resin, fluorocarbon resin, and FRP", *Joint Congress of ACTS-2014 and CGOM-201 (奈良市)*, 6/17-20, 2014
- 10) H. Kanazawa, A. Inada, "New Type Topochemical Polymerization of Amino Acid N-Carboxy Anhydrides", *Joint Congress of ACTS-2014 and CGOM-201 (奈良市)*, 6/17-20, 2014
- 11) 金澤 等、稲田 文、山口裕貴 「高分子材料の有機化合物吸着特性 9. ポリ(L-ロイシン)とポリ(L-イソロイシン)の構造の識別」, *平成26年度繊維学会年次大会 (東京都)*, 6/11-13, 2014
- 12) 金澤 等、稲田 文、山口裕貴 「化学的に安定な高分子の改質 36. PET、PP フィルム、シリコンゴムの水性インクジェットプリント」, 第 63 回高分子学会年次大会 (名古屋), 5/28-30, 2014
- 13) H. Kanazawa, A. Inada, "Study on the molecular interaction between poly(aminoacid)s and low molecular weight organic compounds", 8th *International Conference on Green Composites 2014 (ICGC-8) (ソウル・韓国)*, 5/21-23, 2014
- 14) H. Kanazawa, A. Inada, "Reexamination of Reactivity of N-Carboxy Amino Acid Anhydrides 54. A consideration of the real reaction mechanism of amino acid NCA polymerization and a new type topochemical polymerization", *ICGC-8 (ソウル・韓国)*, 5/21-23, 2014
- 15) H. Kanazawa, A. Inada, "Improvement in the adhesion property and ink-jet printing of silicone rubber, PET films and other polymeric materials", 10th *European Adhesion Conference; EURADH2014 (第 10 回ヨーロッパ接着学会) (アリカント・スペイン)*, 4/22-25, 2014
- 16) H. Kanazawa and A. Inada, "Surface Modification of Chemically Stable Polymeric Materials that Enables Their Solvent Bonding and Inkjet Printing using Water-based Ink", *Adhesion 2014 (アメリカ接着学会2014) (サンディエゴ)*, 2/23-27, 2014
- 17) 金澤 等、稲田 文 「アミノ酸 NCA 重合の再検討 50. 結晶構造からのトポケミカル重合の解釈」, 第 22 回有機結晶シンポジウム (札幌市), 10/30-11/1, 2013
- 18) 稲田 文、金澤 等 「繊維・高分子材料への有機化合物の吸着特性 7. 繊維に対する構造の異なる各種アルコールの吸着」, *家政学会東北・北海道支部学会 (仙*

- 台), 9/14, 2013 (優秀発表賞)
- 19) H. Kanazawa, "Re-examination of polymerization of N-carboxy amino acid 50. Discovery of new-type topochemical reaction in the solid-state polymerization of amino acid NCA", ICCOSS2013 (Oxford, England), 8/4-8/9, 2013
- 20) H. Kanazawa, "Improvement in the adhesive property of chemically stable polymeric materials and FRP", ICCM19(第19回国際複合材料学会), モントリオール・カナダ, 7/29-8/2, 2013
- 21) 金澤 等, 稲田文「高分子材料の表面改質40: PP, PETフィルムのインクジェットプリンター印刷とFRP, フッ素樹脂の接着性改良」, 第51回日本接着学会年次大会(東京), 6/20-21, 2013
- 22) 金澤 等, 稲田 文, 齋藤真吾「放射性セシウムの性質とその吸着性材料の設計」, 平成25年度繊維学会年次大会(東京) 6/12-14, 2013
- 23) 金澤 等, 稲田 文「アミノ酸 NCAの重合の再考46: グルタミン酸エステルNCAのトポケミカル固相重合」, 第62回高分子学会年次大会(京都), 5/29-31, 2013
- 24) H. Kanazawa, "Reexamination of Reactivity of N-Carboxy Amino Acid Anhydrides 48. Discovery of new type topochemical polymerization of amino acid NCAs in the solid state", Frontiers in Polymer Science 2013 (シツセス・スペイン), 5/21-25, 2013
- 25) H. Kanazawa, "Improvement in Adhesive Property of Chemically Stable Polymeric Materials by their Surface Modification", Frontiers in Polymer Science 2013 (シツセス・スペイン), 5/21-25, 2013
- 26) H. Kanazawa, A. Inada, "Surface modification of polymeric materials 43. Improvement in the coating or ink-jet printing property of polymeric materials using water-based paint or ink", KFS50 (韓国繊維学会50周年大会(韓国)), 4/16-18, 2013
- 27) H. Kanazawa, A. Inada, "Adsorption of organic compounds to polymeric materials 6. Adsorption tendency of volatile organic compounds to various fibers and synthetic polypeptides", KFS50, 4/16-18, 2013
- 28) H. Kanazawa, "Reexamination of Reactivity of N-Carboxy Amino Acid Anhydrides 49. Discovery of new type topochemical polymerization of amino acid NCAs in the solid state", KFS50, 4/16-18, 2013
- 29) H. Kanazawa and A. Inada, "Improvement in the Adhesive Property of Chemically-Stable Polymeric Materials by a Simple Surface Treatment", Adhesion 2013 (アメリカ接着学会) (Florida, USA), 3/3-9, 2013
- 30) H. Kanazawa, A. Inada, "A Novel Technique to Give the Adhesive Property to Silicone Resin, Polypropylene and Other Polymeric Materials", アメリカ接着学会 2013(Florida, USA), 3/3-9, 2013
- 31) 金澤 等, 稲田 文, 中村 和由, 川口 光士郎「アミノ酸NCAの重合の再考44: L-グルタミン酸エステルNCAのトポケミカル固相重合」, 第21回有機結晶シンポジウム(横浜), 11/8-10, 2012
- 32) H. Kanazawa, A. Inada, "Improvement in adhesive and coating properties of polyolefins, silicone resin and other stable polymeric materials", EURADH2012 (第9回ヨーロッパ接着学会) (Friedrichshafen, ドイツ), 9/16-20, 2012
- 33) 稲田 文, 金澤 等「繊維・高分子材料への有機化合物の吸着特性(3)」, 第57回家政学会東北・北海道支部研究発表会(仙台市), 9/15, 2012 (優秀発表賞受賞)
- 34) 金澤 等「放射性セシウムの実証的な特徴の把握と除去・除去機能性材料の設計」(招待講演), 第50回日本接着学会年次大会(福島市) 6/29-30, 2012
- 35) 金澤 等, 稲田 文, 佐藤 歩, 中村和由「ポリカーボネートとポリエステル材料の表面改質による接着性改良」, 第50回日本接着学会年次大会(福島市), 6/29-30, 2012 (優秀ポスター賞受賞)
- 36) 金澤 等, 稲田 文, 村上 敬, 中村和由, 大波哲雄「繊維素材で放射性セシウムはとれるだろうか?」平成24年度繊維学会年次大会(東京), 6/6-8, 2012
- 37) H. Kanazawa, A. Inada, M. Motohashi, N. Miura, K. Nakamura, "Improvement in the Adhesive Property of Polyolefins, Silicone Resin, Fluorocarbon Resin and FRP", 第61回高分子学会年次大会(横浜), 5/29-21, 2012
- * その他 50件
- 〔図書〕(計4件)
- H. Kanazawa (分担執筆), "Polymerization of α -Amino Acid N-Carboxy Anhydrides", Encyclopedia of Polymeric Nanomaterials, 2640 pages, Springer, 2014
- 金澤 等 (分担執筆)「放射性物質の吸着・除染および耐放射線技術における材料・施工・測定の新技术(633ページ)」, pp126-131, 技術情報協会, 2014.
- 金澤 等 (分担執筆)「異種材料一体化のための最新技術, pp.94-102, 第2節 難接着性プラスチックの接着性と塗装性の改良」サイエンス & テクノロジー, 2012
- 金澤 等 (分担執筆)「塗工・製膜における密着・接着性の制御とその評価」, pp14-23, 技術情報協会, 2012
- 〔その他〕新聞掲載:4件(日本経済新聞2件、福島民報2件)
6. 研究組織
- (1)研究代表者
金澤 等 (KANAZAWA Hitoshi)
福島大学・共生システム理工学類・教授
研究者番号: 50143128
- (2)連携研究者
高瀬 つぎ子 (TAKASE Tsugiko)
福島大学・環境放射能研究所・特任准教授
研究者番号: 10466641
- 大波 哲雄 (ONAMI Tetsuo)
福島大学・共生システム理工学類・客員教授
研究者番号: 70137008
- 倉本 憲幸 (KURAMOTO Noriyuki)
山形大学・理工学研究科・教授
研究者番号: 20153372