

## 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す

研究課題名	オイル中の有害物質を効率的に完全除去・回収できる革新的植物性吸着剤の開発
研究機関・ 部局・職名	大阪大学・大学院工学研究科・准教授
氏名	木田 敏之

1. 研究実施期間 平成23年2月10日～平成25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	65,000,000	65,000,000	0	65,000,000	65,000,000	0	0
間接経費	19,500,000	19,500,000	0	19,500,000	19,500,000	0	0
合計	84,500,000	84,500,000	0	84,500,000	84,500,000	0	0

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	68,197	35,618,120	10,167,674	0	45,853,991
旅費	0	1,000,450	1,566,050	0	2,566,500
謝金・人件費等	0	4,359,524	9,564,228	0	13,923,752
その他	0	1,051,716	1,604,041	0	2,655,757
直接経費計	68,197	42,029,810	22,901,993	0	65,000,000
間接経費計	0	7,055,172	12,444,828	0	19,500,000
合計	68,197	49,084,982	35,346,821	0	84,500,000

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
高速液体クロマトグラフ	Prominence	1	3,000,000	3,000,000	2011/5/20	大阪大学
リサイクル分取HPLC	LC-9210NEXT	1	4,866,750	4,866,750	2011/6/17	大阪大学
超高精度ESI-TOF MSシステム	micrOTOF II	1	23,415,000	23,415,000	2011/7/29	大阪大学
ガスクロマトグラフ	GC-2014	1	1,454,250	1,454,250	2012/2/21	大阪大学
高速液体クロマトグラフ	Prominence	1	2,100,000	2,100,000	2012/7/31	大阪大学
高速液体クロマトグラフ	Prominence	1	2,677,500	2,677,500	2012/12/27	大阪大学
分光蛍光光度計	FP-8500	1	3,230,850	3,230,850	2013/1/30	大阪大学

5. 研究成果の概要

絶縁油中に混入した有害なポリ塩化ビフェニル(PCB)をほぼ完全に除去・回収できる植物性吸着剤の開発に世界で初めて成功した。また、食用油中に含まれる有害なトランス脂肪酸成分を効果的に除去できる植物性吸着剤の開発にも初めて成功した。ここで開発した吸着剤をカラムの中に充填し、その中を有害物質で汚染されたオイルが通るシステムを組むことで、これまで困難と考えられてきた、オイル中の有害物質の安全かつ効率的な除去・回収が可能となり、我が国で大量に保管されているPCB汚染絶縁油の大幅な削減、安全な食用油の供給が実現できる。また、これまで廃棄物として焼却されていたオイルの再利用も可能となることから、温室効果ガス排出量の大幅な削減につながり、グリーン・イノベーションの推進に大きく貢献できると考えられる。

課題番号	GR067
------	-------

## 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)	オイル中の有害物質を効率的に完全除去・回収できる革新的植物性吸着剤の開発
	Development of Innovative Vegetable Adsorbents for Efficient and Complete Removal and Recovery of Harmful Substances in Oils
研究機関・部局・ 職名 (下段英語表記)	大阪大学・工学研究科・准教授
	Osaka University, Graduate School of Engineering, associate professor
氏名 (下段英語表記)	木田 敏之
	KIDA, Toshiyuki

### 研究成果の概要

(和文):

絶縁油中に混入した有害なポリ塩化ビフェニル(PCB)を完全に除去・回収できる植物性吸着剤の開発に初めて成功した。また、食用油中に含まれる有害なトランス脂肪酸成分を効果的に除去できる植物性吸着剤の開発にも成功した。ここで開発した吸着剤をカラムの中に充填し、その中で有害物質で汚染されたオイルが通るシステムを組むことで、これまで困難と考えられてきた、オイル中の有害物質の安全かつ効率的な除去・回収が可能となり、我が国で大量に保管されているPCB汚染絶縁油の大幅な削減、安全な食用油の供給が実現できる。また、これまで廃棄物として焼却されていたオイルの再利用も可能となることから、温室効果ガス排出量の大幅な削減につながり、グリーン・イノベーションの推進に大きく貢献できると考えられる。

(英文):

The researcher succeeded in the development of vegetable adsorbents for the first time, which enable the complete removal and recovery of harmful polychlorinated biphenyls (PCBs) contaminated in insulating oils. In addition, he developed vegetable adsorbents by which the harmful *trans*-fatty acid components can be effectively removed from edible oils. By passing the contaminated oils through the column loaded with the vegetable adsorbents, safe and efficient removal and recovery of the harmful substances in the oils can be achieved. This purification process will lead to the large reduction of the PCB-contaminated oils and the supply of safe edible oils. Since this process also makes it possible to reuse the resulting purified oils that have been incinerated as wastes in the conventional treatment methods and thus, to reduce the emissions of green-house gas, it will greatly contribute to the promotion of green innovation.

1. 執行金額 84,500,000 円  
(うち、直接経費 65,000,000 円、 間接経費 19,500,000 円)

2. 研究実施期間 平成23年2月10日～平成25年3月31日

### 3. 研究目的

本研究では、オイル中に混入したポリ塩素化ビフェニル(PCB)やトランス脂肪酸などの有害物質を効率的に完全除去・回収できる革新的な植物性吸着剤の開発を目的としている。PCBはコンデンサや変圧器中の絶縁液体として広く用いられていたが、その毒性ならびに環境への高蓄積性が明らかになり、我が国では1972年に使用が禁止された。しかし、微量のPCB混入絶縁油は現在もなお50万トン以上も未処理のまま保管されており、現行の処理法だけでは処理に膨大な時間とエネルギーを要することが問題となっている。さらに地震等の自然災害による環境中へのPCBの漏洩が懸念されており、PCBを全廃できる処理技術の確立が急務となっている。一方、食用として広く利用されている植物油を加工、精製、調理する時に生成するトランス脂肪酸が虚血性心疾患のリスクを高めるなど、ヒトの健康に深刻な影響を及ぼすことが世界規模で問題となっており、トランス脂肪酸を含む食品の使用を規制する国が増加している。このような背景のもと、本研究者は、オイル中に混入した人体に有害な物質を効率的に除去できる吸着剤として、植物を原料とする環状オリゴ糖‘シクロデキストリン(CD)’に注目した。CDは、そのサブナノメートルサイズの空孔を利用して分子を識別(認識)することができる。このCDの分子認識能は、学術分野のみならず、食品、医薬品、化粧品など工業的にも広く利用されてきたが、その分子認識の大半はこれまで水中で行われており、その一方で、オイル中を含めた非極性場での分子認識については実現されていなかった。ところが最近、本研究者らにより、CDを適切に化学修飾した化合物が非極性溶媒やオイル中でPCBやトランス脂肪酸と効果的に包接錯体を形成することが見出された。本研究では、この革命的ともいえる本研究者らの発見をもとに、これまで困難と考えられてきた汚染オイル中からの有害物質の完全除去・回収を実現できる革新的吸着剤の開発を目的とするものである。この吸着剤を用いることで、有害物質で汚染されたオイルの処理を迅速かつ省エネルギー的に行うことができるとともに、これまで廃棄物として焼却されていた、有害物質除去後のオイルを再利用することが可能となることから、温室効果ガス排出量の大幅な削減につながり、グリーン・イノベーションの推進に大いに貢献できると考えられる。

### 4. 研究計画・方法

#### (1) 非極性場でのシクロデキストリン(CD)ホスト分子による分子認識化学の確立

本研究者がこれまでに見出した知見に基づき、CDの水酸基を化学修飾した化合物の設計・合成を行い、非極性溶媒中での分子認識能の検討を行う。塩素化芳香族化合物の他、種々のハロゲン化芳香族化合物、ナフタレン、ピレンなどの無置換芳香族化合物、多不飽和脂肪酸などの直鎖不飽和化合物、さらにシクロヘキセン、アダマンタンなどの脂環式化合物に拡張し、非極性場で

CD 誘導体による包接が可能なゲスト分子の構造的特徴を明らかにする。さらに、形成される包接錯体の構造ならびに包接錯体形成のメカニズムを解明することで、非極性場での CD ホスト分子による分子認識現象を統一的に理解し、‘非極性場での CD ホスト分子による分子認識化学’の基礎を確立する。

(2) 絶縁油中の PCB を効率的に完全除去・回収できる高性能吸着剤の開発

PCB 吸着剤として期待される種々の CD 誘導体を設計・合成し、それらを吸着剤に用いて絶縁油中の PCB に対する包接能(吸着能)を評価する。得られた結果を吸着剤の分子設計にフィードバックさせることにより、絶縁油中に混入した PCB を効率的に完全除去できる高性能 PCB 吸着剤を開発する。また、吸着された PCB を効率的に回収できる条件ならびに吸着剤の再利用可能性についても検討する。PCB が吸着したシクロデキストリン誘導体をトルエン、アセトンなどの有機溶剤で洗浄し、そこからの PCB 回収率を算出する。洗浄溶媒、洗浄温度などの回収時の条件を変えて高効率回収のための最適条件を明らかにする。

(3) 植物油中のトランス脂肪酸類を効率的に除去・回収できる高性能吸着剤の開発

植物油中のトランス脂肪酸類の高効率除去に適した CD 誘導体を設計・合成し、トランス脂肪酸包接能(吸着能)について検討する。吸着されたトランス脂肪酸類を効率的に回収できる最適条件についても検討する。得られた結果を吸着剤の分子設計にフィードバックさせ、植物油中のトランス脂肪酸類を効率的に除去・回収できる高性能トランス脂肪酸吸着剤を開発する。

5. 研究成果・波及効果

(1) 非極性場でのシクロデキストリン(CD)ホスト分子による分子認識化学の確立

非極性場でのシクロデキストリン(CD)ホスト分子による分子認識現象を解明するために、CD ホスト分子として 6 位水酸基を *tert*-ブチルジメチルシリル化あるいはトリイソプロピルシリル化した  $\beta$ -CD を、ゲスト分子には種々の芳香族化合物、直鎖不飽和化合物、脂環式化合物を用いて、ベンゼン、シクロヘキサン、*n*-ヘキサンなどの非極性溶媒中での包接錯体形成について検討を行った(図 1)。その結果、ハロゲン化ベンゼン、ピレン、ナフタレンなどの芳香族化合物とこれらの CD ホスト分子間で顕著な包接錯体形成が観測されたが、直鎖不飽和化合物や脂環式化合物との間では包接錯体形成がほとんど認められなかった。このことから、非極性溶媒中での CD ホスト分子との包接錯体形成には、ゲスト分子が芳香環とともに CD の空孔サイズに適合する大きさを持つことが重要であることがわかった。特に、トリイソプロピルシリル化  $\beta$ -CD は非極性溶媒中でピレンと安定な 2:1 の包接錯体を形成し、シクロヘキサ

ン中では、従来の水

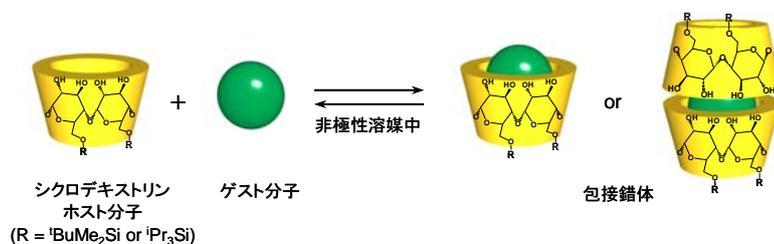


図 1. 非極性溶媒中でのシクロデキストリンホスト分子とゲスト分子間の包接錯体形成の模式図。

中でのβ-CD—ピレン間の会合定数よりも 100 倍以上高い会合定数を示した。また、用いる非極性溶媒の種類によりゲスト分子選択性が変化することもわかった。例えば、*tert*-ブチルジメチルシリル化β-CD はベンゼン中では 1,2-ジクロロベンゼンよりも 1,3-ジクロロベンゼンに対し高い包接選択性を示したのに対し、シクロヘキサン中では逆の包接選択性を示した。ここで形成された種々の包接錯体の構造を二次元 NMR スペクトルにより検討したところ、用いる溶媒の種類によってゲスト包接のモードが大きく異なり、ゲスト分子と溶媒分子との相互作用が包接錯体形成に関与していることが明らかになった。ベンゼン中で形成されたトリイソプロピルシリル化β-CD とピレン間での 2:1 包接錯体の単結晶 X 線構造解析にも成功した(図 2)。これは非極性溶媒中で形成された CD 包接錯体の単結晶 X 線構造解析の最初の例である。この包接錯体では、トリイソプロピルシリル化β-CD の head-to-head 型二量体の空孔の真ん中に、2つのベンゼン分子に挟まれたピレン分子が取り込まれており、非極性溶媒中での CD による包接にはゲスト分子と溶媒との相互作用が関与していることが確認された。また、トリイソプロピルシリル化β-CD は、シクロヘキサン溶媒中で 1-(1-ナフチル)エチルアミンに対し非常に高いキラル識別能(キラル選択性: S 体/R 体 > 40)を示し、非極性溶媒とβ-CD 誘導体の組み合わせがキラル分子識別に有効であることを明らかにした。この高いキラル識別能を利用することで、1-(1-ナフチル)エチルアミンのエナンチオ選択的アシル化にも成功した。このように、非極性場での CD ホスト分子による分子認識現象を解明し、‘非極性場での

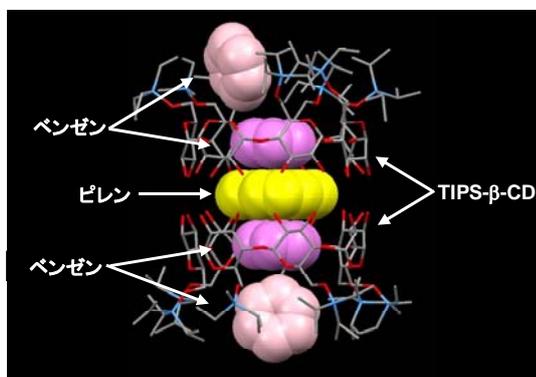


図 2. ベンゼン中で形成されたトリイソプロピルシリル化β-CD (TIPS-β-CD)—ピレン包接錯体の単結晶 X 線構造解析図。

CD による分子認識化学’の基礎を確立した。本研究成果は、CD ホスト分子に適用できる分子認識の場が従来水系から非極性溶媒系へと大きく拡大できることを示しており、分子認識化学、超分子化学、分離・分析化学、合成化学など関連研究分野の進展のみならず食品、医薬品、化粧品工業の発展にも貢献できると考える。

## (2) 絶縁油中の PCB を効率的に完全除去・回収できる高性能吸着剤の開発

γ-CD を種々の架橋剤と反応させてポリマーを合成し、絶縁油中のポリ塩化ビフェニル (PCB) に対する吸着除去能について検討した結果、γ-CD とテレフタル酸ジクロライド (モル比 1:8) の反応により得られたポリマーが絶縁油中の PCB に対して高い吸着除去能を示すことがわかった。この γ-CD ポリマーを吸着剤に用いることで 100 ppm の PCB が混入した絶縁油中から PCB を完全に除去できることがわかった(除去効率 99.9999%以上)。吸着された PCB はアセトンなどの有機溶媒で洗浄することで定量的に回収でき、γ-CD ポリマーは性能の低下なく 10 回以上再利用できることが明らかになった(図3)。また、γ-CD の代わりに、より安価なβ-CD をテレフタル酸ジクロライドで架橋して得られるβ-CD ポリマーを用いた時も、絶縁油中の PCB を完全に除去することがで

きた。さらに、この結果をもとに分子設計したメチル化β-CDポリマーを吸着剤に用いた場合も、PCB混入油からPCBを完全に除去することができた。吸着されたPCBは、有機溶媒で洗浄することで収率良く回収でき、より低コストで簡便に合成できる実用的なPCB吸着剤を開発することに成功した。

(3) 植物油中のトランス脂肪酸類を効率的に除去・回収できる高性能吸着剤の開発

2,6位の水酸基をメチル化したα-CD(Me-α-CD)が、植物油中のトランス脂肪酸エステルに対して選択的除去能を示すことを見出した。Me-α-CDはエライジン酸エステル(トランス脂肪酸エステル)とhead-to-tail型配列で2:1の包接錯体を形成し(図4)、この包接錯体の高い安定性がトランス選択性発現に関与していることを明らかにした。Me-α-CDに吸着されたトランス脂肪酸エステルは有機溶媒で洗浄することで収率良く回収でき、植物油中のトランス脂肪酸エステルを選択的に除去・回収できる植物性吸着剤の開発に成功した。

以上のように、本研究では、非極性場でのシクロデキストリン(CD)による分子認識化学の基礎を確立するとともに、そこで得られた知見を用いて、絶縁油中に混入したPCBを効率的に完全除去・回収できる高性能PCB吸着剤の開発に成功した。また、植物油中のトランス脂肪酸エステルを効率的に除去・回収できる吸着剤の開発にも成功した。以上のことから、当初の研究目的をほぼ達成できたといえる。

ここで開発した吸着剤をカラムの中に充填し、その中を有害物質で汚染されたオイルが通るシステムを組むことで、これまで困難と考えられてきた、オイル中の有害物質の安全かつ効率的な除去・回収が可能となり、我が国で大量に保管されているPCB汚染絶縁油の大幅な削減、安全な食用油の供給が実現できる。また、これまで廃棄物として焼却されていたオイルの再利用も可能となることから、温室効果ガス排出量の大幅な削減につながり、グリーン・イノベーションの推進に大きく貢献できると考えられる。

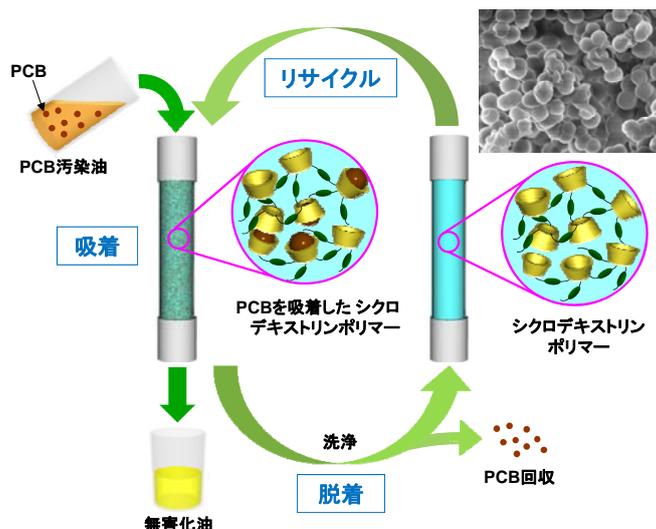


図3. シクロデキストリン(CD)ポリマーを用いた汚染油中のPCB除去・回収とCDポリマーリサイクルの模式図。

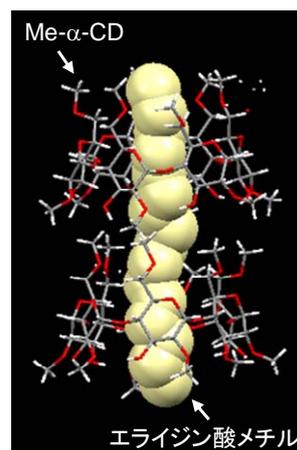


図4. 2,6-O-ジメチル化α-CD(Me-α-CD)とエライジン酸メチルとの包接錯体の単結晶X線構造解析図。

## 6. 研究発表等

雑誌論文 計17件	<p>(掲載済み一査読有り) 計10件</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <u>Toshiyuki Kida</u>, Takuya Iwamoto, Haruyasu Asahara, Tomoaki Hinoue, and Mitsuru Akashi, 'Chiral Recognition and Kinetic Resolution of Aromatic Amines via Supramolecular Chiral Nanocapsules in Nonpolar Solvents,' <i>Journal of the American Chemical Society</i>, <b>2013</b>, <i>135</i>, 3371–3374.</li> <li>2. Haruyasu Asahara, Takuya Iwamoto, <u>Toshiyuki Kida</u>, and Mitsuru Akashi, 'Unique Catalytic Effect of a Cyclodextrin Host on Photodimerization of Coumarin in Nonpolar Solvents,' <i>Tetrahedron Letters</i>, <b>2013</b>, <i>54</i>, 688–691.</li> <li>3. <u>Toshiyuki Kida</u>, Masataka Mouri, Kenta Kondo, and Mitsuru Akashi, 'Controlled Release Using a Polymer Stereocomplex Capsule through the Selective Extraction and Incorporation of One Capsule Shell Component,' <i>Langmuir</i>, <b>2012</b>, <i>28</i>, 15378–15384.</li> <li>4. Amornrat Lertworasirikul, Nu-orn Choothong, Hiroaki Yoshida, Michiya Matsusaki, <u>Toshiyuki Kida</u>, Apirat Laobuthee, and Mitsuru Akashi, 'Investigation on Thermoresponsive Behavior of Biodegradable Poly(<math>\gamma</math>-glutamic acid)-graft-L-Phenylalanine Ethyl Ester,' <i>Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry</i>, <b>2012</b>, <i>50</i>, 4823–4828.</li> <li>5. Shinji Sakuma, Shun Kanamitsu, Yumi Teraoka, Yoshie Masaoka, Makoto Kataoka, Shinji Yamashita, Yoshiyuki Shirasaka, Ikumi Tamai, Masahiro Muraoka, Yohji Nakatsuji, <u>Toshiyuki Kida</u>, and Mitsuru Akashi, 'Involvement of Functional Groups on the Surface of Carboxyl Group-Terminated Polyamidoamine Dendrimers Bearing Arbutin in Inhibition of Na<sup>+</sup>/Glucose Cotransporter 1 (SGLT1)-Mediated D-Glucose Uptake,' <i>Molecular Pharmaceutics</i>, <b>2012</b>, <i>9</i>, 922–929.</li> <li>6. <u>Toshiyuki Kida</u>, Kenta Kondo, and Mitsuru Akashi, 'Fabrication of Nanofibers through a Unique Morphological Transformation of Poly(lactic acid) Particles in Water,' <i>Chemical Communications</i>, <b>2012</b>, <i>48</i>, 2319–2321.</li> <li>7. Michiya Matsusaki, Hiroharu Ajiro, <u>Toshiyuki Kida</u>, Takeshi Serizawa, and Mitsuru Akashi, 'Layer-by-Layer Assembly through Weak Interactions and Their Biomedical Applications,' <i>Advanced Materials</i>, <b>2012</b>, <i>24</i>, 454–474.</li> <li>8. <u>Toshiyuki Kida</u>, Takuya Iwamoto, Yoshinori Fujino, Norimitsu Tohnai, Mikiji Miyata, and Mitsuru Akashi, 'Strong Guest Binding with Cyclodextrin Hosts in Competing Nonpolar Solvents and the Unique Crystalline Structure,' <i>Organic Letters</i>, <b>2011</b>, <i>13</i>, 4570–4573.</li> <li>9. Takashi Miura, <u>Toshiyuki Kida</u>, and Mitsuru Akashi, 'Recognition of Stereoregularity of Poly(methacrylic acid)s with <math>\gamma</math>-Cyclodextrin,' <i>Macromolecules</i>, <b>2011</b>, <i>44</i>, 3723–3729.</li> <li>10. <u>Toshiyuki Kida</u>, 'Formation and Function of Nano- and Microstructures by the Self-assembly of Cyclic Oligosaccharides 'Cyclodextrins'', <i>Trends in Glycoscience and Glycotechnology</i>, <b>2011</b>, <i>23</i>, 67–78.</li> </ol> <p>(掲載済み一査読無し) 計4件</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <u>木田敏之</u>, 「汚染油中のPCBを除去・回収する技術」, <i>生産と技術</i>, <b>2012</b>, <i>64</i>, 91–94.</li> <li>2. <u>木田敏之</u>, 「シクロデキストリン超分子構造体の形態制御と機能」, <i>超分子アニユアルレビュー</i>, <b>2011</b>, 4–5.</li> <li>3. <u>木田敏之</u>, 「シクロデキストリンナノおよびマイクロ構造体の形成挙動と機能」, <i>Colloid &amp; Interface Communication</i>, <b>2011</b>, <i>36</i>, 17–19.</li> <li>4. <u>木田敏之</u>, 明石 満, 「汚染油からPCBを分離・回収する新技術」, <i>産業と環境</i>, <b>2011</b>, <i>40</i>, 19–22.</li> </ol> <p>(未掲載) 計3件</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Shintaro Kawano, <u>Toshiyuki Kida</u>, Shusuke Takemine, Chisato Matsumura, Takeshi Nakano, Masaki Kuramitsu, Kenji Adachi, and Mitsuru Akashi, 'Efficient Removal and Recovery of Perfluorinated Compounds from Water by Surface-Tethered <math>\beta</math>-Cyclodextrins on Polystyrene Particles,' <i>Chemistry Letters</i>, <b>2013</b>, <i>42</i>, 392–394.</li> <li>2. <u>木田敏之</u>, 明石 満, 「シクロデキストリン化学の新展開」, <i>科学と工業</i>, <b>2013</b>, <i>87</i>, 154–167.</li> </ol>
--------------	---

	<p>3. <u>木田敏之</u>,「オイル中の有害物質を除去・回収できる植物性吸着剤の開発」,大阪大学低温センターだより,印刷中.</p>
<p>会議発表 計50件</p>	<p>専門家向け 計48件</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <u>木田敏之</u>, 三浦崇資, 明石 満,「水中でのシクロデキストリンとポリメタクリル酸間での包接錯体形成挙動」, 神奈川大学, 2011年3月26日~29日, 日本化学会.</li> <li>2. 岩本拓也, <u>木田敏之</u>, 藤内謙光, 宮田幹二, 明石 満,「非極性溶媒中でのシクロデキストリン誘導体による多環式芳香族化合物の認識—包接錯体形成挙動と結晶構造の解析」, 神奈川大学, 2011年3月26日~29日, 日本化学会.</li> <li>3. <u>木田敏之</u>, 近藤健太, 明石 満,「水中でのポリ乳酸ナノ粒子からのナノファイバー形成」, 大阪国際会議場, 2011年5月25日~28日, 高分子学会.</li> <li>4. <u>木田敏之</u>, 三浦崇資, 明石 満,「シクロデキストリンとポリメタクリル酸あるいはポリアクリル酸との水中での包接錯体形成挙動」, 大阪国際会議場, 2011年5月25日~28日, 高分子学会.</li> <li>5. 岩本拓也, <u>木田敏之</u>, 明石 満,「非極性溶媒中でのシクロデキストリン誘導体によるキラルゲストの選択的な包接」, 大阪国際会議場, 2011年5月25日~28日, 高分子学会.</li> <li>6. 佐藤慎一郎, <u>木田敏之</u>, 明石 満,「シクロデキストリンマイクロキューブ表面での高分子薄膜形成を利用した新規中空材料の創製」, 大阪国際会議場, 2011年5月25日~28日, 高分子学会.</li> <li>7. <u>木田敏之</u>,「有機系吸着剤を用いての放射性物質除去」, 岡山大学津山キャンパス, 2011年7月6日, 岡山地区高分子懇話会.</li> <li>8. 岩本拓也, <u>木田敏之</u>, 明石 満,「非極性場でのシクロデキストリンによる包接を利用した高度キラル認識」, 兵庫県民会館, 2011年7月15日, 高分子学会関西支部.</li> <li>9. 佐藤慎一郎, <u>木田敏之</u>, 明石 満,「シクロデキストリンマイクロ構造体をテンプレートとして利用する新規中空材料の創製」, 関西大学千里山キャンパス, 2011年07月25日~26日, 高分子学会バイオ・高分子研究会.</li> <li>10. <u>木田敏之</u>, 近藤健太, 明石 満,「高分子ナノカプセルの一次元融合によるナノチューブ形成」, 関西大学千里山キャンパス, 2011年07月25日~26日, 高分子学会バイオ・高分子研究会.</li> <li>11. <u>木田敏之</u>, 三浦崇資, 明石 満,「シクロデキストリンとポリメタクリル酸あるいはポリアクリル酸との包接錯体形成挙動」, 秋田ビューホテル, 2011年9月8日~9日, シクロデキストリン学会.</li> <li>12. 岩本拓也, <u>木田敏之</u>, 明石 満,「非極性場でのシクロデキストリンの高い包接能を利用した高度キラル認識」, 秋田ビューホテル, 2011年9月8日~9日, シクロデキストリン学会.</li> <li>13. 佐藤慎一郎, <u>木田敏之</u>, 明石 満,「シクロデキストリン構造体表面での薄膜形成を利用した新規中空材料の創製」, 秋田ビューホテル, 2011年9月8日~9日, シクロデキストリン学会.</li> <li>14. 岩本拓也, <u>木田敏之</u>, 明石 満,「水系から非極性溶媒系への媒体変化によるシクロデキストリン不斉認識能の飛躍的向上」, 岡山大学津山キャンパス, 2011年9月28日~30日, 高分子学会.</li> <li>15. 佐藤慎一郎, <u>木田敏之</u>, 明石 満,「種々の形態のシクロデキストリン構造体をテンプレートとして利用した新規中空材料」, 岡山大学津山キャンパス, 2011年9月28日~30日, 高分子学会.</li> <li>16. 太田智也, 近藤健太, <u>木田敏之</u>, 明石 満,「高分子ナノ薄膜からなるナノカプセルの一次元融合挙動」, 岡山大学津山キャンパス, 2011年9月28日~30日, 高分子学会.</li> <li>17. 濱田充代, <u>木田敏之</u>, 村岡雅弘, 中辻洋司, 明石 満,「シクロデキストリンによる非極性溶媒中のトランス脂肪酸の選択的包接」, 慶應義塾大学日吉キャンパス・矢上キャンパス, 2012年3月25日~28日, 日本化学会.</li> </ol>

	<p>18. 佐藤慎一郎, <u>木田敏之</u>, 明石 満, 「フッ素系溶媒を用いたシクロデキストリン構造体の形成」, 慶應義塾大学日吉キャンパス・矢上キャンパス, 2012年3月25日~28日, 日本化学会.</p> <p>19. 太田智也, 近藤健太, <u>木田敏之</u>, 明石 満, 「ポリビニルアルコールナノ薄膜からなるナノカプセルの一次元融合挙動」, 慶應義塾大学日吉キャンパス・矢上キャンパス, 2012年3月25日~28日, 日本化学会.</p> <p>20. <u>Toshiyuki Kida</u>, Takuya Iwamoto, and Mitsuru Akashi, 'Molecular Recognition by Cyclodextrin Derivatives in Nonpolar Media,' The 16th International Cyclodextrin Symposium 2012, Tianjin (China), May 6-10, 2012, The ICS16 Organizing Committee.</p> <p>21. Haruyasu Asahara, Takuya Iwamoto, <u>Toshiyuki Kida</u>, and Mitsuru Akashi, 'Kinetic Resolution of Racemic Aryl Amines via Enantioselective <i>N</i>-Acylation with 6-<i>O</i>-Modified CDs in Nonpolar Solvents,' The 16th International Cyclodextrin Symposium 2012, Tianjin (China), May 6-10, 2012, The ICS16 Organizing Committee.</p> <p>22. Shintaro Kawano, Takeshi Nakano, Yuki Noguchi, Kazuhiro Miyawaki, Eiichi Kato, <u>Toshiyuki Kida</u>, and Mitsuru Akashi, 'Removal of Polychlorobiphenyls in Oils by Cyclodextrin Polymers,' The 16th International Cyclodextrin Symposium 2012, Tianjin (China), May 6-10, 2012, The ICS16 Organizing Committee.</p> <p>23. 太田智也, 近藤健太, <u>木田敏之</u>, 明石 満, 「PVA ナノカプセルの一次元融合を利用したナノチューブ形成」, 第61回高分子学会年次大会, パシフィコ横浜, 2012年5月29日~31日, 高分子学会.</p> <p>24. 浅原時泰, 岩本拓也, <u>木田敏之</u>, 明石 満, 「非極性溶媒中でのシクロデキストリン誘導体を超分子触媒とする化学反応」, 第61回高分子学会年次大会, パシフィコ横浜, 2012年5月29日~31日, 高分子学会.</p> <p>25. 川野真太郎, 中野 武, 野口祐樹, 宮脇和博, 加藤栄一, <u>木田敏之</u>, 明石 満, 「シクロデキストリンポリマーを用いたオイル中の有害物質の除去」, 第61回高分子学会年次大会, パシフィコ横浜, 2012年5月29日~31日, 高分子学会.</p> <p>26. 濱田充代, <u>木田敏之</u>, 明石 満, 「非極性場でのシクロデキストリン誘導体によるトランス脂肪酸の選択的除去」, 第61回高分子学会年次大会, パシフィコ横浜, 2012年5月29日~31日, 高分子学会.</p> <p>27. 佐藤慎一郎, <u>木田敏之</u>, 明石 満, 「フッ素系溶媒を用いたシクロデキストリン構造体の形成および形態制御」, 第61回高分子学会年次大会, パシフィコ横浜, 2012年5月29日~31日, 高分子学会.</p> <p>28. <u>木田敏之</u>, 佐藤慎一郎, 丸井康弘, 明石 満, 「シクロデキストリン超分子集合体の創製と利用」, 第22回バイオ・高分子シンポジウム, 東京大学, 2012年6月25日~26日, 高分子学会バイオ・高分子研究会.</p> <p>29. 佐藤慎一郎, <u>木田敏之</u>, 明石 満, 「シクロデキストリンから成るナノ構造体の形成および形態制御」, 第22回バイオ・高分子シンポジウム, 東京大学, 2012年6月25日~26日, 高分子学会バイオ・高分子研究会.</p> <p>30. 川野真太郎, 中野 武, 野口祐樹, 宮脇和博, 加藤栄一, <u>木田敏之</u>, 明石 満, 「シクロデキストリンから成るナノ構造体の形成および形態制御」, 第22回バイオ・高分子シンポジウム, 東京大学, 2012年6月25日~26日, 高分子学会バイオ・高分子研究会.</p> <p>31. 太田智也, 近藤健太, <u>木田敏之</u>, 明石 満, 「高分子薄膜からなるナノカプセルの融合を利用したナノ構造体の構築」, 第22回バイオ・高分子シンポジウム, 東京大学, 2012年6月25日~26日, 高分子学会バイオ・高分子研究会.</p> <p>32. 浅原時泰, 濱田充代, <u>木田敏之</u>, 明石 満, 「蛍光性シクロデキストリンを用いたトランス脂肪酸エステルを検出」, 第22回バイオ・高分子シンポジウム, 東京大学, 2012年6月25日~26日, 高分子学会バイオ・高分子研究会.</p> <p>33. 川野真太郎, 中野 武, 野口祐樹, 宮脇和博, 加藤栄一, <u>木田敏之</u>, 明石 満, 「種々の架橋シクロデキストリンを用いたオイル中のポリ塩素化ビフェニルの吸着除去」, 第58回高分子研究発表会(神戸), 兵庫県民会館, 2012年7月13日, 高分子学会関西支部.</p> <p>34. 太田智也, 近藤健太, <u>木田敏之</u>, 明石 満, 「高分子薄膜からなるナノカプセルの融合挙動の解析」, 第58回高分子研究発表会(神戸), 兵庫県民会館, 2012年7月13日, 高分子学会</p>
--	--

	<p>関西支部.</p> <p>35. 浅原時泰, 濱田充代, <u>木田敏之</u>, 明石 満, 「低極性場での分子認識センサーとしてのシクロデキストリンの利用」, 第 58 回高分子研究発表会 (神戸), 兵庫県民会館, 2012 年 7 月 13 日, 高分子学会関西支部.</p> <p>36. 佐藤慎一郎, <u>木田敏之</u>, 明石 満, 「<math>\alpha</math>-シクロデキストリンから成るナノおよびマイクロ構造体の形態制御」, 第 58 回高分子研究発表会 (神戸), 兵庫県民会館, 2012 年 7 月 13 日, 高分子学会関西支部.</p> <p>37. 浅原時泰, 岩本拓也, <u>木田敏之</u>, 明石 満, 「非極性溶媒中でのシクロデキストリン誘導体によるキラル認識とエナンチオ選択的アシル化反応」, 第 57 回高分子夏期大学, 琵琶湖ホテル, 2012 年 7 月 18 日~20 日, 高分子学会.</p> <p>38. 濱田充代, 樋上友亮, 浅原時泰, <u>木田敏之</u>, 明石 満, 「シクロデキストリン誘導体による非極性場での長鎖脂肪酸エステルの包接」, 第 29 回シクロデキストリンシンポジウム, 星薬科大学, 2012 年 9 月 6 日~7 日, シクロデキストリン学会.</p> <p>39. 佐藤慎一郎, <u>木田敏之</u>, 明石 満, 「フッ素系溶媒を用いた<math>\alpha</math>-シクロデキストリン構造体の創製と機能」, 第 29 回シクロデキストリンシンポジウム, 星薬科大学, 2012 年 9 月 6 日~7 日, シクロデキストリン学会.</p> <p>40. 太田智也, 近藤健太, <u>木田敏之</u>, 明石 満, 「高分子積層膜からなるナノカプセルの融合によるナノ構造体形成」, 第 61 回高分子討論会, 名古屋工業大学, 2012 年 9 月 19 日~21 日, 高分子学会.</p> <p>41. 川野真太郎, 中野 武, 野口祐樹, 宮脇和博, 加藤栄一, <u>木田敏之</u>, 明石 満, 「シクロデキストリンポリマーを用いたオイル中からのポリ塩化ビフェニルの吸着除去」, 第 61 回高分子討論会, 名古屋工業大学, 2012 年 9 月 19 日~21 日, 高分子学会.</p> <p>42. 濱田充代, 樋上友亮, <u>木田敏之</u>, 明石 満, 「シクロデキストリン誘導体による非極性溶媒中のトランス脂肪酸エステルの選択的分離」, 第 61 回高分子討論会, 名古屋工業大学, 2012 年 9 月 19 日~9 月 21 日, 高分子学会.</p> <p>43. 佐藤慎一郎, <u>木田敏之</u>, 明石 満, 「種々の形態をもつシクロデキストリン超分子構造体の創製と機能」, 第 61 回高分子討論会, 名古屋工業大学, 2012 年 9 月 19 日~21 日, 高分子学会.</p> <p>44. Toshiyuki Kida, Haruyasu Asahara, Takuya Iwamoto, and Mitsuru Akashi, 'Structural Analysis of Cyclodextrin Inclusion Complexes Formed in Nonpolar Solvents,' 19th International Mass Spectrometry Conference, Kyoto (Japan), September 20, 2012, International Mass Spectrometry Foundation.</p> <p>45. Toshiyuki Kida, Kenta Kondo, and Mitsuru Akashi, 'Nanotube Formation through the One-Dimensional Fusion of Nanocapsules Composed of Polymer Thin Films,' World Congress on Oleo Science &amp; 29th ISF Congress, Nagasaki (Japan), October 2, 2012, The Japan Oil Chemists' Society.</p> <p>46. 濱田充代, 樋上友亮, <u>木田敏之</u>, 明石 満, 「<math>\alpha</math>-シクロデキストリン誘導体による非極性溶媒中のトランス脂肪酸の選択的除去」, 日本化学会第 93 春季年会, 立命館大学びわこ・くさつキャンパス, 2013 年 3 月 22 日~25 日, 日本化学会.</p> <p>47. 小亀千鶴, <u>木田敏之</u>, 明石 満, 「非極性溶媒中でのシクロデキストリン二量体と多環芳香族化合物間での包接錯体形成挙動」, 日本化学会第 93 春季年会, 立命館大学びわこ・くさつキャンパス, 2013 年 3 月 22 日~25 日, 日本化学会.</p> <p>48. 浅原時泰, 岩本拓也, 樋上友亮, <u>木田敏之</u>, 明石 満, 「シクロデキストリン超分子カプセルによる非極性溶媒中でのアリアルアミンの速度論的光学分割」, 日本化学会第 93 春季年会, 立命館大学びわこ・くさつキャンパス, 2013 年 3 月 22 日~25 日, 日本化学会.</p> <p>一般向け 計 2 件</p> <p>1. <u>木田敏之</u>, 緊急・特別プログラム&lt;原発被災に取り組む日本の最先端高分子科学技術&gt; 「有機系吸着剤を用いての汚染水中の放射性物質除去」, 大阪国際会議場, 2011 年 5 月 25 日, 高分子学会.</p> <p>2. <u>木田敏之</u>, 「界面活性剤の構造と機能」, 日本油化学会フレッシュマンセミナー-OSAKA(2012), 大阪市立工業研究所, 2012 年 5 月 24 日~25 日, 日本油化学会関西支部.</p>
--	---

<p>図書 計1件</p>	<p>1. Takeshi Serizawa, Mitsuru Akashi, Michiya Matsusaki, Hiroharu Ajiro, and Toshiyuki Kida, LbL Assemblies Using van der Waals or Affinity Interactions and Their Applications, 'Multilayer Thin Films 2nd Edition' (G. Decher and J. B. Schlenoff Eds.), Wiley-VCH Verlag &amp; Co. KGaA, Weinheim, 2012, 99-129.</p>
<p>産業財産権 出願・取得 状況 計10件</p>	<p>(取得済み) 計0件 (出願中) 計10件</p> <p>1. 名称: 放射性物質汚染土壌の分級により発生した汚染シルトの除染方法 発明者: 明石 満, 木田敏之, 加藤栄一, 野口祐樹 権利者: 国立大学法人大阪大学, 株式会社ネオス 種類番号: 特願 2012-286700 出願年月日: 2012年12月27日 国内・外国の別: 国内</p> <p>2. 名称: シクロデキストリン担持ポリマーからなる有機フッ素系化合物吸着剤 発明者: 明石 満, 木田敏之, 足達健二, 倉光正起 権利者: 国立大学法人大阪大学, ダイキン工業株式会社 種類番号: 特願 2012-268600 出願年月日: 2012年12月7日 国内・外国の別: 国内</p> <p>3. 名称: シクロデキストリンポリマーを用いた残留性有機汚染物質の選択固着方法 発明者: 明石 満, 木田敏之, 中野 武, 加藤栄一, 宮脇和博, 福田泰教 権利者: 国立大学法人大阪大学, 株式会社ネオス 種類番号: 特願 2012-152416 出願年月日: 2012年7月6日 国内・外国の別: 国内</p> <p>4. 名称: 媒体に含有されるハロゲン化芳香族化合物の選択的固着剤及び選択固着方法 発明者: 明石 満, 木田敏之, 川野真太郎, 加藤栄一, 宮脇和博 権利者: 国立大学法人大阪大学, 株式会社ネオス 種類番号: 特願 2012-105307 出願年月日: 2012年5月2日 国内・外国の別: 国内</p> <p>5. 名称: 遠心分離法を用いたハロゲン化芳香族化合物の選択固着方法 発明者: 明石 満, 木田敏之, 友田英幸, 加藤栄一, 宮脇和博, 福田泰教 権利者: 国立大学法人大阪大学, 株式会社ネオス 種類番号: 特願 2012-080432 出願年月日: 2012年3月30日 国内・外国の別: 国内</p> <p>6. 名称: 放射能汚染物質洗浄剤および放射能汚染物質の洗浄方法 発明者: 明石 満, 木田敏之, 加藤栄一, 野口祐樹 権利者: 国立大学法人大阪大学, 株式会社ネオス 種類番号: 特願 2012-042970 出願年月日: 2012年2月29日 国内・外国の別: 国内</p> <p>7. 名称: 放射性物質吸着除去材料 発明者: 明石 満, 木田敏之, 加藤栄一, 野口祐樹 権利者: 国立大学法人大阪大学, 株式会社ネオス 種類番号: 特願 2012-041913 出願年月日: 2012年2月29日 国内・外国の別: 国内</p> <p>8. 名称: 放射性物質吸着除去材料 発明者: 明石 満, 木田敏之, 加藤栄一, 野口祐樹 権利者: 国立大学法人大阪大学, 株式会社ネオス</p>

	<p>種類番号：特願 2011-289619 出願年月日：2011年12月28日 国内・外国の別：国内</p> <p>9. 名称：シリカ含有シクロデキストリンポリマーを利用して媒体に含有されるハロゲン化芳香族化合物を選択的に吸着除去する方法 発明者：加藤栄一，宮脇和博，野口祐樹，明石 満，<u>木田敏之</u> 権利者：国立大学法人大阪大学，株式会社ネオス 種類番号：特願 2011-099613 出願年月日：2011年4月27日 国内・外国の別：国内</p> <p>10. 名称：シクロデキストリンポリマーの製造方法ならびにこれを利用して媒体に含有されるハロゲン化芳香族化合物を選択的に吸着除去する方法 発明者：加藤栄一，宮脇和博，明石 満，<u>木田敏之</u> 権利者：国立大学法人大阪大学，株式会社ネオス 種類番号：特願 2011-099607 出願年月日：2011年4月27日 国内・外国の別：国内</p>
<p>Webページ (URL)</p>	<p>大阪大学・最先端・次世代研究開発支援プログラム <a href="http://www.osaka-u.ac.jp/ja/research/program_next">http://www.osaka-u.ac.jp/ja/research/program_next</a> 大阪大学大型教育研究プロジェクト支援室・最先端・次世代研究開発支援プログラム <a href="http://www.lserp.osaka-u.ac.jp/index_jisedai.html">http://www.lserp.osaka-u.ac.jp/index_jisedai.html</a> 研究者・最先端・次世代研究開発支援プログラム <a href="http://www.lserp.osaka-u.ac.jp/jisedai2010/toshiyuki_kida/index.html">http://www.lserp.osaka-u.ac.jp/jisedai2010/toshiyuki_kida/index.html</a></p>
<p>国民との科学・技術対話の実施状況</p>	<p>1. サイエンスカフェ            標題：有害を無害に変える植物の力・化学の力            実施日：平成23年10月7日            場所：アートエリアB1(京阪電車中之島線「なにわ橋駅」地下1階コンコース)            対象者：一般の方々            参加者数：40名            内容：本最先端・次世代研究開発支援プログラムで取り組んでいる「オイル中に含まれるポリ塩化ビフェニルやトランス脂肪酸などの有害物質を効果的に除去・回収できる植物性吸着剤の開発」の研究内容について、「サイエンスカフェ」形式で、科学を専門としない一般の方々に分かり易く解説した。</p> <p>2. 高分子学会60周年記念展示会(一般公開)での展示            標題：NEXT 大阪大学・木田プロジェクト            実施日：平成24年5月28～30日            場所：パシフィコ横浜会議センター301+302            対象者：一般の方々+第61回高分子学会年次大会参加者            参加者数：延約18,000名            内容：展示ブース1つを借りて、本事業で取り組んでいる「オイル中に含まれるポリ塩化ビフェニルやトランス脂肪酸などの有害物質を効果的に除去・回収できる植物性吸着剤の開発」の研究内容に関する展示を行い、本展示ブースへの来訪者(科学を専門としない一般の方々を含む)に分かり易く解説した。</p> <p>3. 大阪大学×大阪ガス「アカデミックキング」での講演            標題：油とつきあう化学の力～毒を除去する不思議なドーナツ?!            実施日：平成25年1月29日            場所：大阪ガスクッキングスクール千里(北大阪急行「千里中央駅」下車すぐ)            対象者：一般の方々            参加者数：21名</p>

様式21

	<p>内容: 本事業で取り組んでいる「オイル中に含まれるポリ塩化ビフェニルやトランス脂肪酸などの有害物質を効果的に除去・回収できる植物性吸着剤の開発」の研究内容について、科学を専門としない一般の方々に分かり易く解説した。</p>
新聞・一般雑誌等掲載計2件	<p>1. 阪大ニューズレター, 2011年3月, pp.9-10, 「PCB 分離濃縮で環境に貢献」, に掲載  <a href="http://www.osaka-u.ac.jp/ja/news/publicrelation/newsletter/files/nl51.pdf">http://www.osaka-u.ac.jp/ja/news/publicrelation/newsletter/files/nl51.pdf</a></p> <p>2. フジサンケイ ビジネスアイ, 2011年8月29日刊 10面, 「放射性物質除去へ日本の研究者が集結」, に掲載.</p>
その他	

7. その他特記事項

本事業で雇用した2人の博士研究員を、事業完了後、高知工科大学助教(常勤)、大阪市立工業研究所研究員(常勤)として正規のポストに就職させた。