

資源・物質循環型社会の実現を目指して

Aimed on the realization of a resources-material recycling society



教授 吉岡 敏明
Professor
Toshiaki Yoshioka



准教授 亀田 知人
Associate Professor
Tomohito Kameda



助教 熊谷 将吾
Assistant Professor
Shogo Kumagai

1. Raw material recovery through steam pyrolysis of polyimide using Ni-based catalysts

Aromatic polyimides have excellent thermal stability and mechanical properties, which make them difficult to recycle. In this study, steam pyrolysis of Kapton was carried out, achieving simultaneous recovery of synthetic gas and activated carbon with high porosity and high BET surface area. Furthermore, produced toxic HCN gas during steam pyrolysis of Kapton was successfully removed by Ni-based catalysts.

2. Chemical modification of CPVC by nucleophilic substitution

The chemical modification of chlorinated poly(vinyl chloride) (CPVC) by nucleophilic substitution is an attractive recycling way, which makes it effective to a new function to CPVC. In this work, part of Cl in the CPVC was substituted to hydrophilic groups, improving hydrophilicity of CPVC.

3. Removal of uremic toxin from hemodialysis waste

Hemodialysis is a common way to treat chronic renal failure. However, there is no effective regeneration method of hemodialysis waste. In this work, activated carbon was selected to remove urea from hemodialytic waste and the adsorption mechanism was investigated. The results implied that the urea adsorption was occurred by the multilayer adsorption by dipole-dipole interaction between urea molecules.

1. ポリイミドの水蒸気分解による化学原燃料化

電子機器の回路基板に用いられているポリイミドは優れた特性を有する一方、リサイクルが困難であるため、現在は焼却または埋立処分されている。そこで本研究室では、PIの水蒸気分解を検討し、水素および一酸化炭素を主とする合成ガス及び高比表面積の活性炭の回収に成功した。また、同時に生成する有毒なシアン化水素は、ニッケル系触媒を添加することにより95%以上低減することに成功した。



Fig.1 Scheme of steam pyrolysis of polyimide

4. Evaluation of CO₃-type Mg-Al layered double hydroxide in HCl, SO₂ and NO_x treatment

In general, acidic gases such as HCl, SO_x, and NO_x are formed through the incineration of municipal wastes which are treated by Ca(OH)₂ addition and catalytic denitrification. The objective of this work is development of the novel cyclic process for removing acidic gases using CO₃-type Mg-Al LDH and recovering HCl, H₂SO₄, and HNO₃ by regeneration to LDH.

5. Analysis of the adsorption mechanism of alkyl sulfonates by Mg-Al oxide

The ease of inorganic anion intercalation into Mg-Al LDH generally follows the charge density of inorganic anions. In this work, the effects of charge density and hydrophobic interaction between alkyl sulfates through the intercalation into Mg-Al oxide, revealing novel mechanism that hydrophobic interaction can overcome charge density of anions.

6. Desorption of cesium from zeolite using ionic associate agent

Volume reduction of absorbent and soil contaminated by radioactive cesium is one of the most important issue in Japan due to the lack of storage site. In this work, desorption of cesium from zeolite was carried out using an ionic associate, tetrakis(4-fluorophenyl) borate (NaTFPB), resulting in maximum removal of 92.6%.

2. 化学修飾による塩素化ポリ塩化ビニルへの親水性の付与

塩素化ポリ塩化ビニル (CPVC) は耐久性、耐薬品性、加工・成型性に加え高い耐熱性を持つプラスチックである。廃棄された CPVC の一部の製品はリサイクルが行なわれているものの、新たなリサイクル技術の開発が必要となっている。その1つとして CPVC の塩素を他の官能基と置換することにより、新たな機能を付与するアップグレードリサイクルが挙げられる。本研究では、親水基を持つ核体を CPVC に置換することで、CPVC に親水性を付与することに成功した。

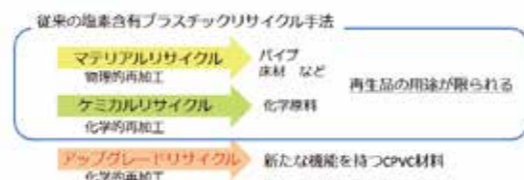


Fig.2 Recycling method of plastics

Table 1 Influence of the nucleophiles on substitution rate and contact angle

Nucleophile	Substitution (%)	Contact angle (°)
-	-	86.1
	4.5	116.3
	3.9	83.9
	9.9	59.3

3. 透析廃液からの尿毒素の吸着除去

慢性腎不全の主な治療法として人工血液透析があるが、多量の水が使用されているため高額であることや時間に拘束されることなどの問題がある。現在、透析廃液の循環利用はほとんど行われていない。そこで、本研究では尿毒素を吸着によって除去することで廃液の循環利用を目指す。現在までに、活性炭を吸着剤として用いた尿毒素の吸着を検討し、尿素は活性炭に、双極子-双極子相互作用により多分子層吸着をすることが分かった。



Fig.3 Recycling of hemodialysis waste

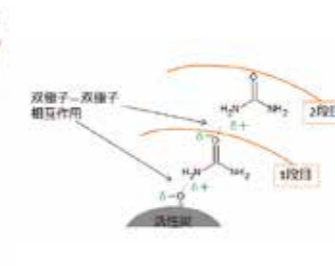


Fig.4 Urea adsorption with activated carbon

4. CO₃ 型 Mg-Al LDH による循環型酸性ガス処理の検討

ゴミ焼却に伴い発生する酸性ガス (HCl, SO_x, NO_x) は、消石灰 (Ca(OH)₂) により HCl および SO_x を除去した後、触媒脱硝で NO_x を無害化している。しかし飛灰中にカルシウム塩が生成し、飛灰の埋立処分後の高塩濃度の浸出水等が問題となる。既往の研究において CO₃ 型 Mg-Al LDH は HCl 処理が可能である。また LDH はアニオン交換により CO₃ 型への再生が容易である。そこで本研究では、循環型酸性ガス処理法の構築を目的とし、CO₃ 型 Mg-Al LDH による HCl、SO₂ および NO_x 処理を検討した。

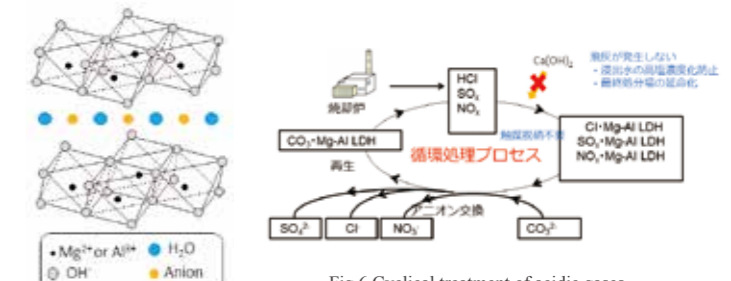


Fig.5 Mg-Al Layered Double Hydroxide (LDH)

Fig.6 Cyclical treatment of acidic gases

5. Mg-Al 酸化物によるアルキル硫酸イオン吸着に関する反応解析

Mg-Al 酸化物による有機アニオンの吸着には電荷密度の他に分子同士に働く疎水性相互作用も影響することが示唆されている。本研究では、Mg-Al 酸化物により、炭素数が 2、6 及び 12 のアルキル硫酸イオンの吸着について反応解析を行った。結果として炭素数が大きなアルキル硫酸イオンの吸着量が大きいことが確認された。したがって、吸着は電荷密度ではなく、疎水性相互作用の大きさに依存することがわかった。

6. イオン会合体を用いた溶媒抽出法によるゼオライトからの Cs 脱着

¹³⁷Cs は半減期が約 30 年と長い放射性物質であり、福島第一原発事故により多量に放出された。この事故における除染措置により、大量の汚染廃棄物が発生した。そのため、これを適切に処分・減容化することが求められている。そこで本研究では、Cs を強く吸着することが知られているゼオライトに Cs を吸着させ、その後イオン会合体を用いて Cs を脱着することをを行い、その効果を検討した。Cs を 200 mg/g 吸着させた A 型ゼオライトから、Sodium tetrakis(4-fluorophenyl) borate (NaTFPB) を用いることで、最大で Cs の脱着率 92.6% が得られた。

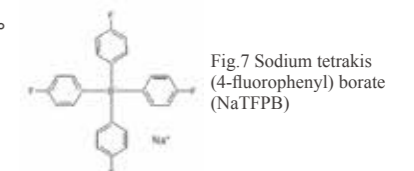


Fig.7 Sodium tetrakis(4-fluorophenyl) borate (NaTFPB)

受賞

- ・第5回日本学術振興会育志賞 / “熱分解法による難リサイクル性高分子のフィードストックリサイクル” / 熊谷将吾 (D3)
- ・総長優秀学生賞 / 熊谷将吾 (D3)
- ・環境科学研究科長賞 / Professional Director for Sustainable Environment(PDSE) 認証取得 / 熊谷将吾 (D3)
- ・第7回廃棄物資源循環学会東北支部研究発表会 / 最優秀発表賞 / “錯形成物質を用いた Cs の濃縮” / 林航太郎 (M2)
- ・The 2nd 3R International Scientific Conference on Material Cycles and Waste Management / Excellent Research Award for Oral Presentation / “Adsorption of methylene blue from aqueous solution on analcime synthesized from diatomite” / 章毅
- ・8th International Symposium on Feedstock Recycling of Polymeric Materials (8th ISFR 2015) / 8th ISFR 2015 AWARD / “Development of a recycling method for composite materials consisting of poly(ethylene terephthalate) and poly(vinyl chloride)” / 平橋賢 (M2)
- ・平成 27 年度化学系学協会東大会 / 優秀ポスター賞 / “Removal of urea with activated carbon” / 伊藤沙耶 (M1)