

# 酸性水溶液からの 白金族金属の高効率回収

秋田大学大学院理工学研究科  
准教授 松本 和也

2025年3月6日

# 研究背景

白金族金属 (Pd, Pt, Rh, Ru, Os, Ir) は産業上重要な金属

→ 供給・価格の安定化のため、使用済み触媒等 (都市鉱山) からのリサイクルが必須

## 自動車排ガス浄化触媒

- Pd, Pt, Rhが使用されている
- 全供給量に対する割合が高い (Pd: 80%, Pt: 40%, Rh: 80%)
- 使用されている白金族金属の価格が高い

## 電子基板や歯科剤等

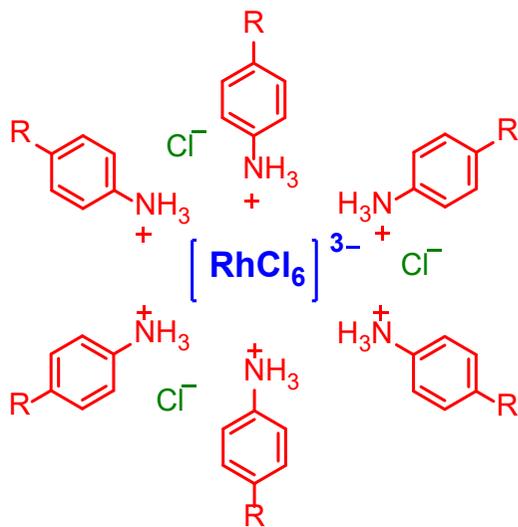
- 白金族金属が含まれる
- 酸浸出後の溶液中の白金族金属濃度は低い

# 従来技術

自動車排ガス浄化触媒等の白金族金属が高濃度で含まれるものは塩酸による浸出が一般的に行われる

## 白金族金属を含む塩酸溶液からの金属選択回収

第一級アミン化合物を沈殿剤、抽出剤、吸着剤として用いることで、塩酸溶液から白金やパラジウム、ロジウムといった白金族金属を選択的に回収する技術の開発を行ってきた



特開2023-112519

特開2019-163502

特開2023-071575

特開2017-179409

特開2022-176722

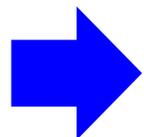
WO2017/170444

特開2022-134611

特異なイオン結晶を形成して白金族金属が沈殿する

# 従来技術とその問題点

電子基板等の白金族金属が高濃度で含まれないものは硫酸もしくは硝酸による浸出が一般的に行われる



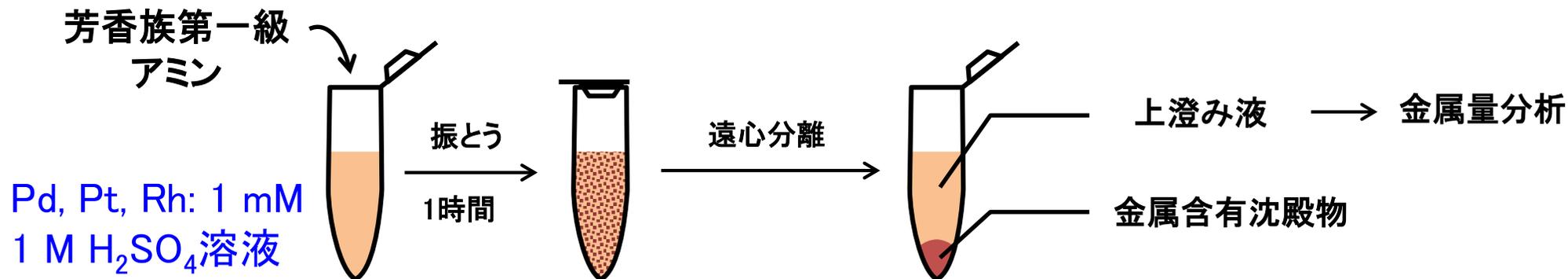
- 溶液中に含まれる白金族金属濃度が低いため、回収が困難
- 低濃度溶液からの効率的な回収、白金族金属以外の金属との分離を達成するのは極めて難しいため、回収技術の開発に消極的

硫酸溶液または硝酸溶液からの白金族金属の効率的かつ選択的な回収技術は確立されていない

# 新技術の特徴・従来技術との比較

- 硫酸溶液または硝酸溶液から白金族金属を回収可能
- 回収剤として第一級アミン化合物もしくはそれらを樹脂化させたものを用いる
- 種々の金属を含む溶液からPdとPtを選択的に回収可能
- 回収剤の構造によっては, Pdのみの選択回収も可能
- 白金族金属が低濃度(10 ppm程度)であっても定量的かつ選択的な回収が可能

# 芳香族第一級アミンを用いた 硫酸溶液からの白金族金属回収



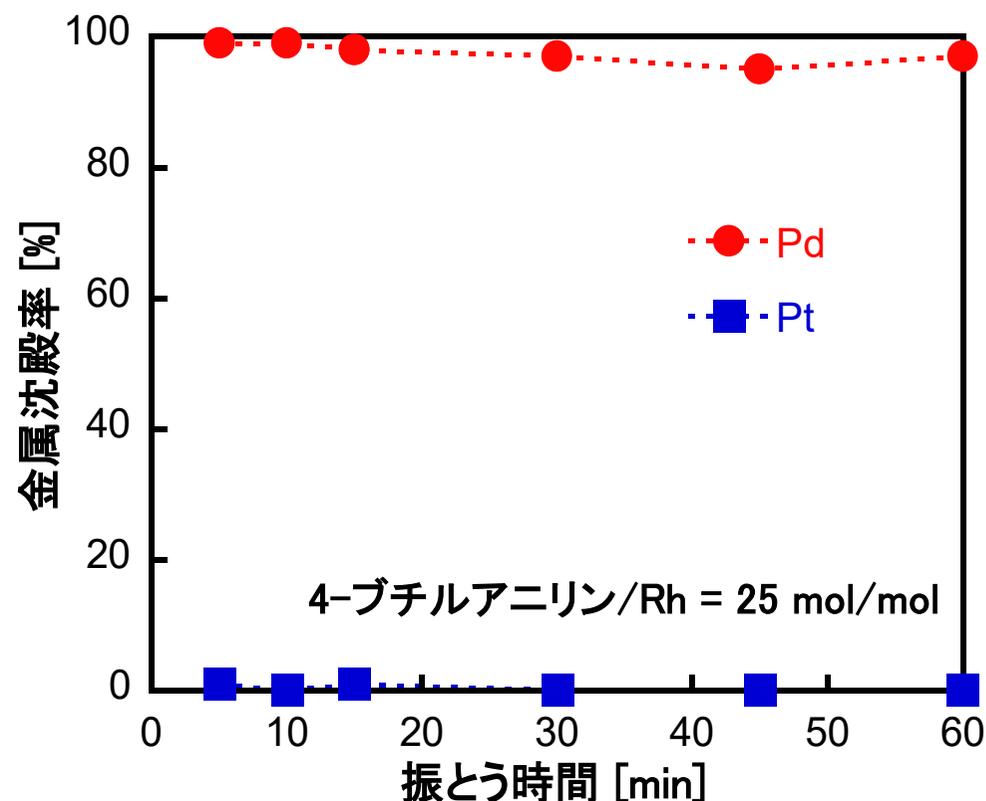
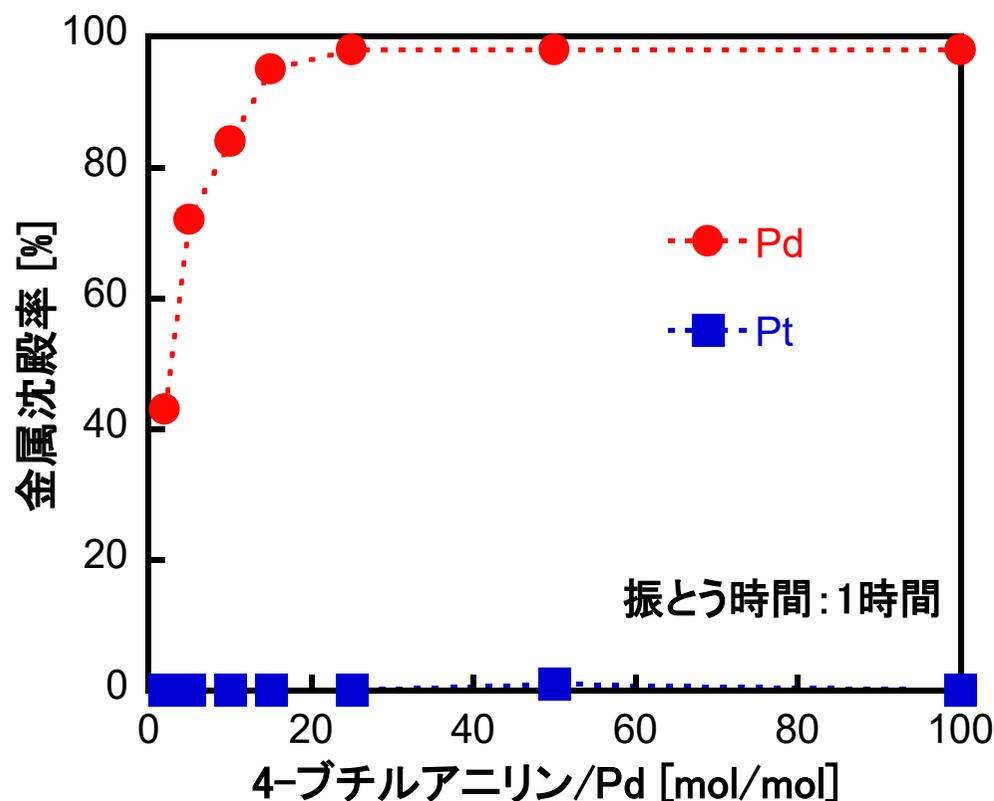
アミン	アミン/Pd [mol/mol]	Pd沈殿率 [%]	Pt沈殿率 [%]	Rh沈殿率 [%]
アニリン	300	99	6	0
4-ブチルアニリン	100	98	8	0
4-フェノキシアニリン	100	96	7	0
4-ヘキシルオキシアニリン	100	76	14	0
p-フェニレンジアミン	100	69	6	0
メラミン	100	22	2	0

芳香族第一級アミンを用いることで, Pdを選択沈殿回収可能

# 芳香族第一級アミンを用いた 硫酸溶液からの白金族金属回収

金属沈殿剤: 4-ブチルアニリン

金属溶液: Pd, Pt (各 1 mM) を含む 1 M 硫酸溶液



Pdを選択沈殿回収可能

# 脂肪族第一級アミンを用いた 硫酸溶液からの白金族金属回収

金属溶液: Pd, Pt, Rh (各1 mM)を含む1 M硫酸溶液  
振とう時間: 1時間

アミン	アミン/Pd [mol/mol]	Pd沈殿率 [%]	Pt沈殿率 [%]	Rh沈殿率 [%]
1-プロピルアミン	100	0	0	0
1-ヘキシルアミン	100	46	7	0
1-オクチルアミン	100	16	67	0
1-ドデシルアミン	100	39	90	0
1-オクタデシルアミン	100	37	85	0

脂肪族第一級アミンを用いることで, PdとPtを沈殿回収可能

# 第一級アミンを用いた 硝酸溶液からの白金族金属回収

金属溶液: Pd, Pt, Rh (各1 mM)を含む1 M硝酸溶液  
振とう時間: 1時間

アミン	アミン/Pd [mol/mol]	Pd沈殿率 [%]	Pt沈殿率 [%]	Rh沈殿率 [%]
アニリン	300	100	7	0
4-ブチルアニリン	100	99	6	1
4-フェノキシアニリン	100	96	8	1
p-フェニレンジアミン	300	74	7	0
1-ヘキシルアミン	100	46	7	0
1-オクチルアミン	100	16	67	0
1-ドデシルアミン	100	39	90	0

硫酸溶液からの回収と同様に, 芳香族第一級アミンではPdが選択的に回収され, 脂肪族第一級アミンではPdとPtが回収された

# 芳香族第一級アミンを用いた 硫酸溶液からのパラジウム選択回収

金属沈殿剤: 4-ブチルアニリン (アミン/Pd = 25 mol/mol)

金属溶液: Pd, Pt (各1 mM)

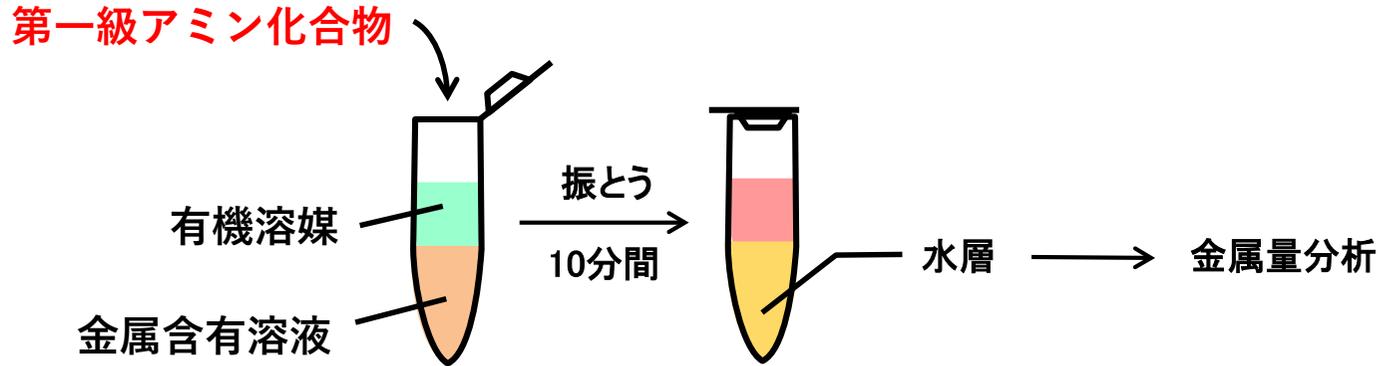
Cu, Fe, Ni, Co, Ce, Mg, Zn, Mn, Al (各100 ppm)

振とう時間: 15分間

	金属沈殿率 [%]										
	Pd	Pt	Cu	Fe	Ni	Co	Ce	Mg	Zn	Mn	Al
1 M硫酸溶液	100	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

種々の金属を含む硫酸溶液から, Pdのみを選択的に  
沈殿回収することに成功

# 芳香族第一級アミンを用いた 白金族金属抽出



金属抽出剤: 4-ヘキシルアニリン, 有機溶媒: トルエン  
金属溶液: Pd, Pt, Rh (各1 mM)

	アミン/Pd [mol/mol]	Pd抽出率 [%]	Pt抽出率 [%]	Rh抽出率 [%]
1 M硫酸溶液	20	100	16	0
1 M硝酸溶液	20	100	15	0

芳香族第一級アミンを抽出剤とすることで, Pdを選択的に  
有機層に抽出することに成功した

# 芳香族第一級アミン担持 樹脂を用いた白金族金属回収

疎水性多孔質樹脂に4-ブチルアニリン  
を担持させた吸着樹脂



*Int. J. Soc. Mater. Eng. Resour.*, 2020, 24, 13-17.

金属吸着剤: 4-ブチルアニリン担持樹脂 (300 mg/mL)

金属溶液: Pd, Pt (各0.1 mM)

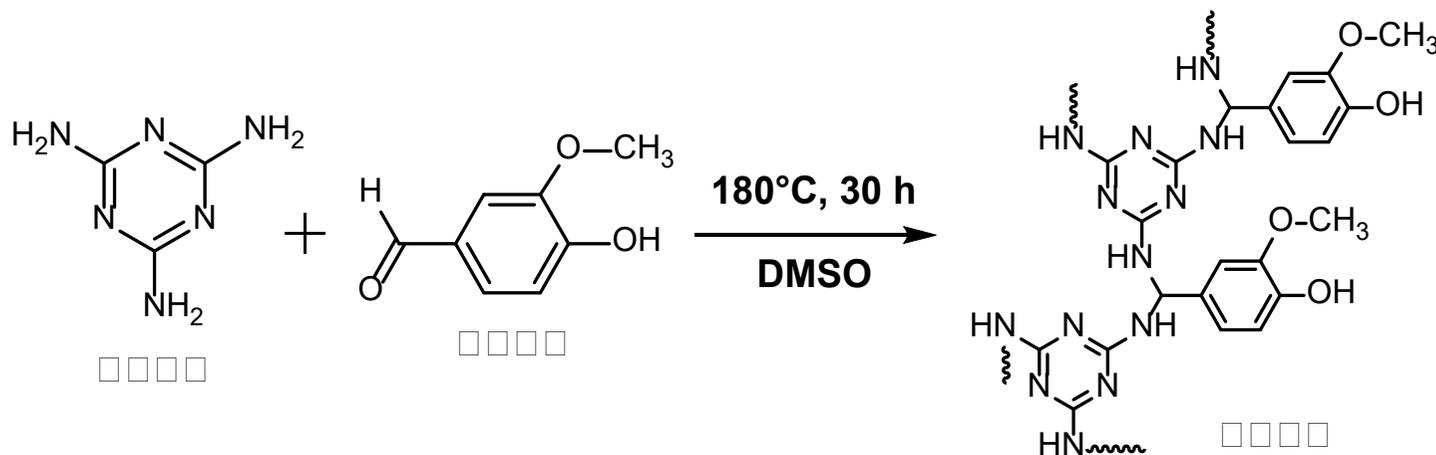
Cu, Fe, Ni, Co, Ce, Mg, Zn, Mn, Al (各100 ppm)

振とう時間: 3時間

	金属沈殿率 [%]										
	Pd	Pt	Cu	Fe	Ni	Co	Ce	Mg	Zn	Mn	Al
1 M硫酸溶液	100	99	0	0	0	0	0	0	0	0	0

低濃度のPd, Ptを含む硫酸溶液から, PdとPtを定量的  
かつ選択的に吸着回収することに成功

# メラミン架橋樹脂を用いた 白金族金属回収



金属吸着剤：メラミン架橋樹脂（10 mg/mL） 振とう時間：1時間

金属溶液：Pd, Pt（各0.1 mM）

Cu, Fe, Ni, Co, Ce, Mg, Zn, Mn, Al（各100 ppm）

	金属沈殿率 [%]										
	Pd	Pt	Cu	Fe	Ni	Co	Ce	Mg	Zn	Mn	Al
1 M硫酸溶液	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 M硝酸溶液	100	100	0	1	0	0	0	2	1	1	0

硫酸および硝酸溶液から、PdとPtの定量的かつ選択的回収に成功

## 想定される用途

- 本技術は使用済み製品に含まれる白金族金属のリサイクルに使用することができる
- 沈殿剤，抽出剤，吸着樹脂を状況に応じて使い分けることが可能である
- 白金族金属以外の金属との選択性が高いため，精製技術としても利用することができる

# 実用化に向けた課題

- 実際のリサイクルで使用される溶液からパラジウムや白金の回収が可能かどうかの検証（酸濃度，回収の妨害となる金属種の有無等）
- スケールアップ時に同様の回収率・選択性が発現するかどうかの検証

## 企業への期待

- 非常に簡便な方法であるため、これまで白金族金属の回収を行ったことのない企業でも採用しやすい
- 白金族金属の回収・精製技術に興味のある企業との共同研究を希望する

# 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 白金族金属吸着剤とそれを用いた白金族金属回収方法
- 出願番号 : 特願2025-020365
- 出願人 : 国立大学法人秋田大学
- 発明者 : 松本和也

# お問い合わせ先

## 秋田大学 産学連携推進機構

TEL 018-889-2712

FAX 018-837-5356

e-mail [staff@crc.akita-u.ac.jp](mailto:staff@crc.akita-u.ac.jp)