

貴金属の 新規な高効率高速回収プロセス

兵庫県立大学 大学院工学研究科
化学工学専攻
教授 八重 真治



貴金属回収の概要と本技術の位置づけ

貴金属の回収では、不要宝飾品や使用済み電子部品などの対象物から、貴金属成分を水溶液に溶解させた後に、純粋な貴金属を得るための精製が行われる。そこでは、「**貴金属成分の抽出(選択)→金属への還元→溶解**」を繰り返して高純度化される。本技術は、**金属への還元工程のセメンテーション法**に属する**新規な高効率高速回収プロセス**である。



セメンテーションとは

貴金属含有溶液に卑な金属（亜鉛、アルミニウム、鉄など）を加えることで、イオン化傾向（電極電位）の違いを利用して、貴金属イオンを還元して貴金属粉末として回収する方法。

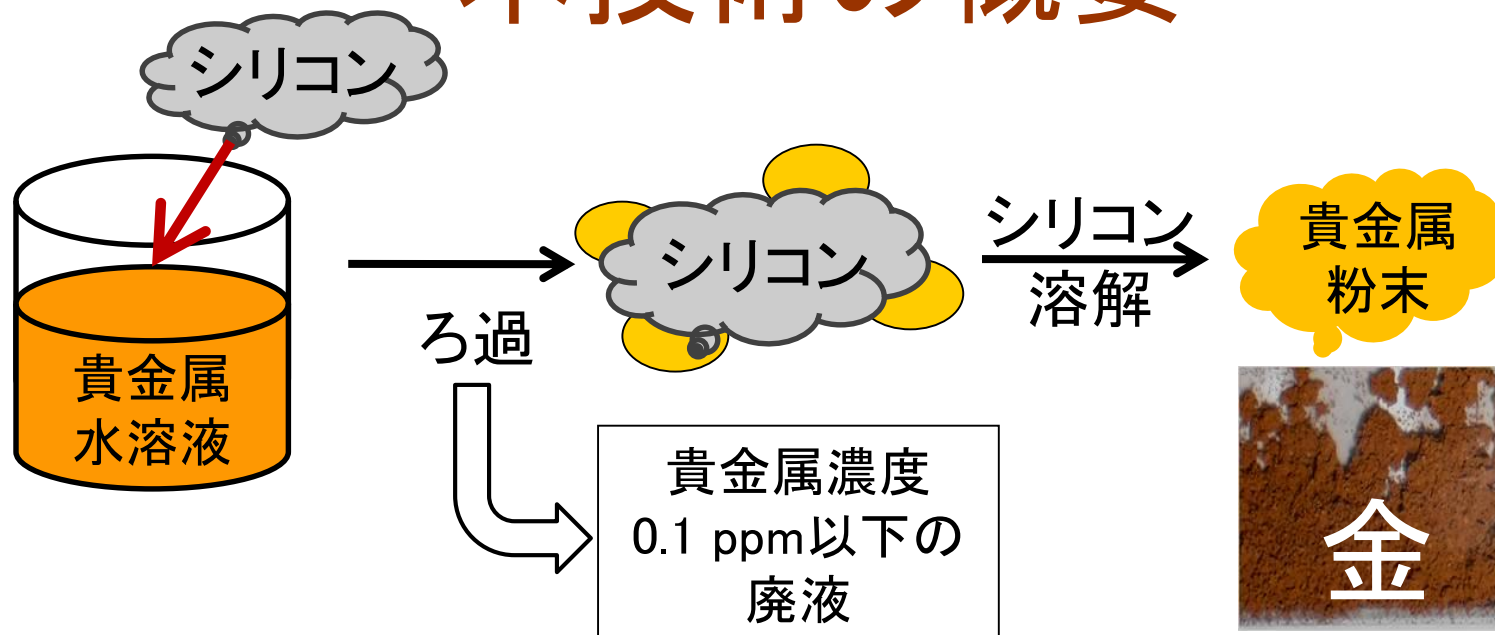
利点：複雑な溶液からも容易に金属粉末を得る

課題：目的外金属（ニッケル・鉄など）の混入

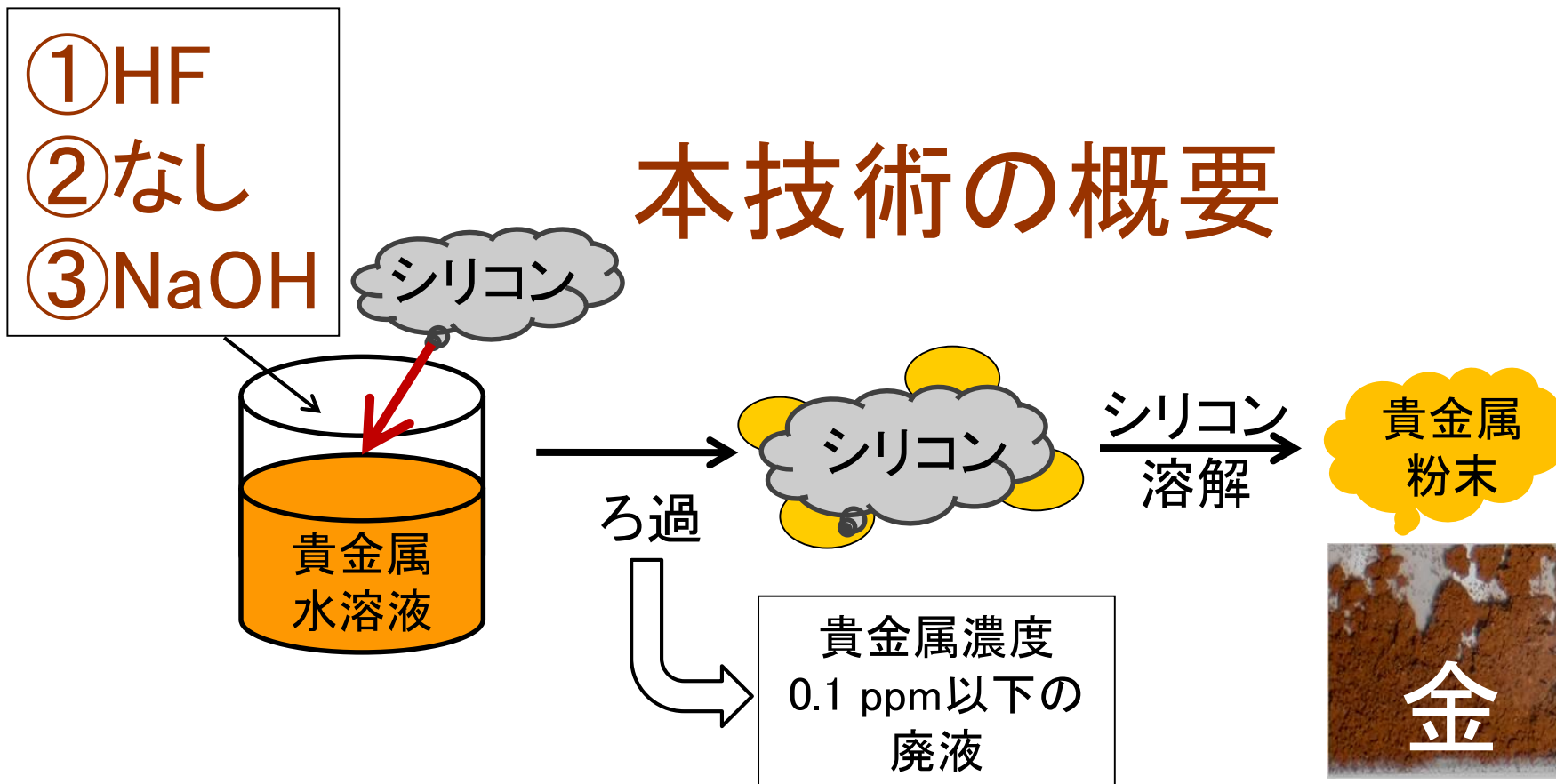
酸性や酸化剤含有溶液では激しく消耗



本技術の概要



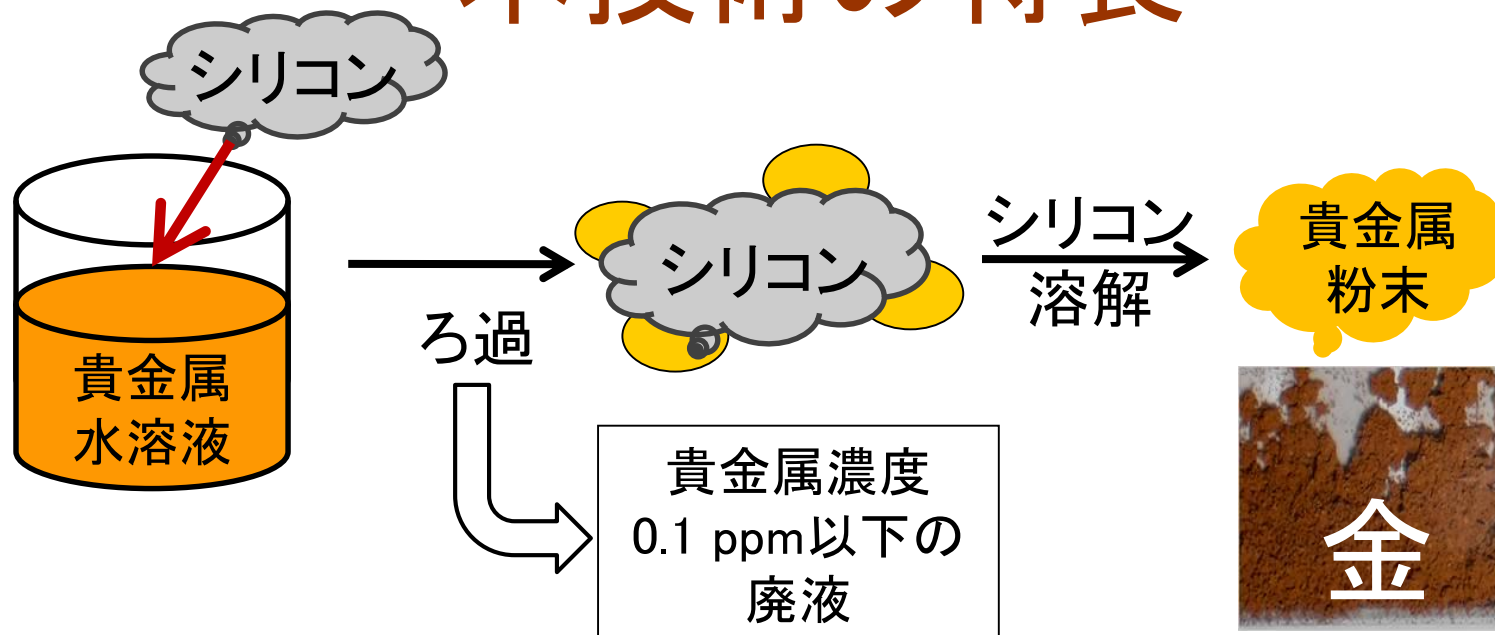
従来の金属粉末に替えてシリコン粉末を貴金属含有溶液に加える。貴金属と銅のみがシリコンに析出。シリコンを溶解させ貴金属粉末を得る、または貴金属を王水などで溶解させ次工程に用いる。



本技術には大きく3種類の方法がある。

- ① シリコンとフッ化水素酸 (HF) を添加
- ② 予め酸化膜を除去したシリコンを単独で添加
- ③ シリコンと水酸化ナトリウムなどを添加 (塩基性)

本技術の特長



- 貴金属と銅のみを迅速かつ高効率に回収
- 溶解生成物のない回収が可能
→ 電解液再生などの新用途
- 酸性溶液でも水素発生せず、消耗しない

想定される用途 貴金属回収

- 従来の回収工程の高効率化と迅速化
- 従来技術では困難であった溶液からの回収
- 従来廃棄されていた希薄溶液からの回収
- 電解液やエッチング液の再生（貴金属選択除去）
- 廃シリコンの活用
- 貴金属ナノ粒子の製造方法
- シリコンを担体とする貴金属触媒

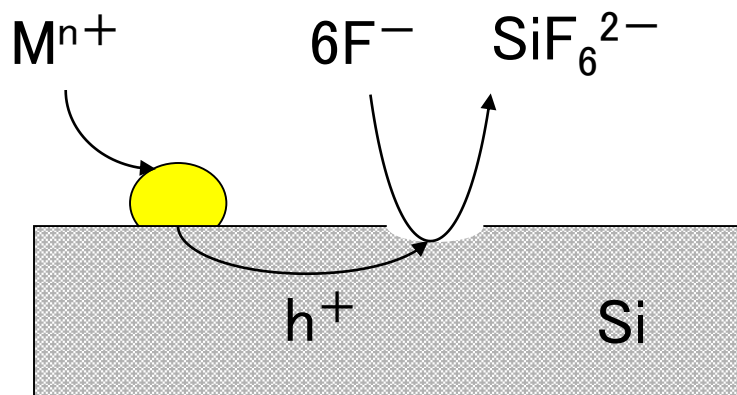
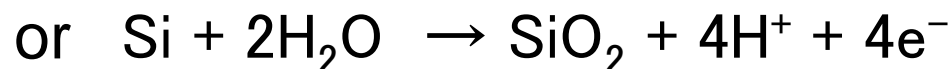
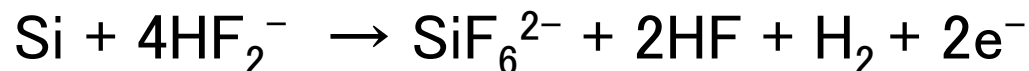


技術の詳細①

カソード: 金属析出



アノード: シリコンの溶解



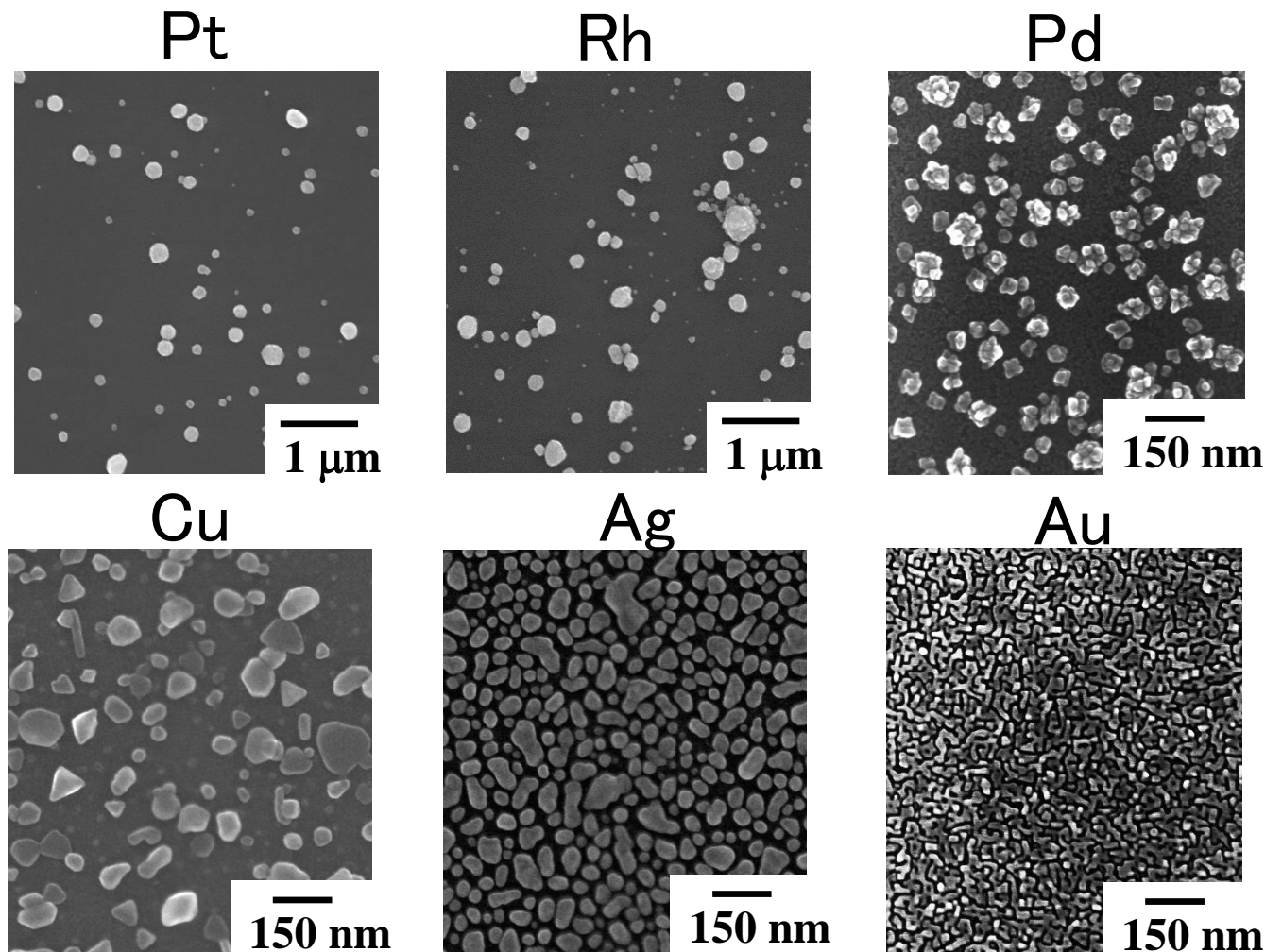
フッ化水素酸を用いたシリコン上への貴金属析出

局部電池機構による無電解置換析出

カソード: 金属イオンの還元析出(正孔注入)

アノード: 正孔とフッ化物種によるシリコンの溶解

技術の詳細①

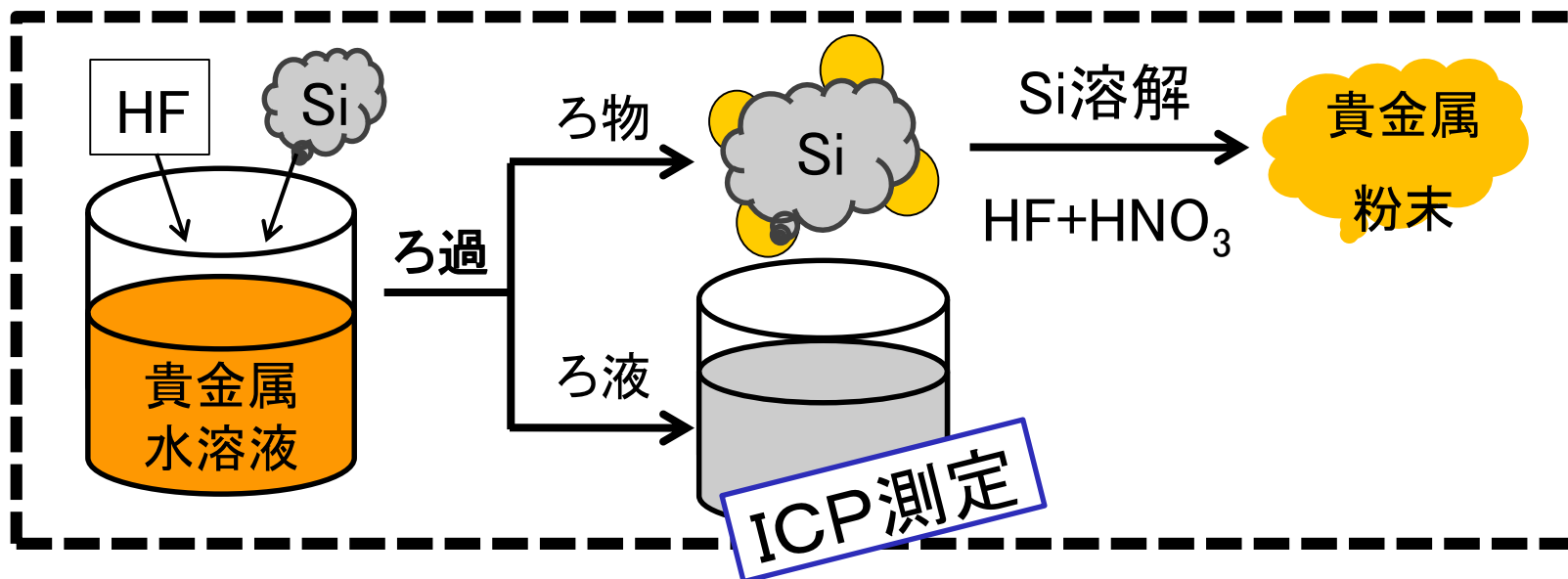


Electrochim. Acta, **53**, 35 (2007).

単結晶シリコン上に析出した貴金属と銅の微粒子



技術の詳細① (実験方法)



基準条件

(M: mol·dm⁻³)

各貴金属: 1 mM (50~ 200 mg/L)

HF濃度 : 150 mM (0.3%)

Si粉末 : 45 μm以下,
200 mM相当 (5.6 g/L)

評価方法(濃度変化から)

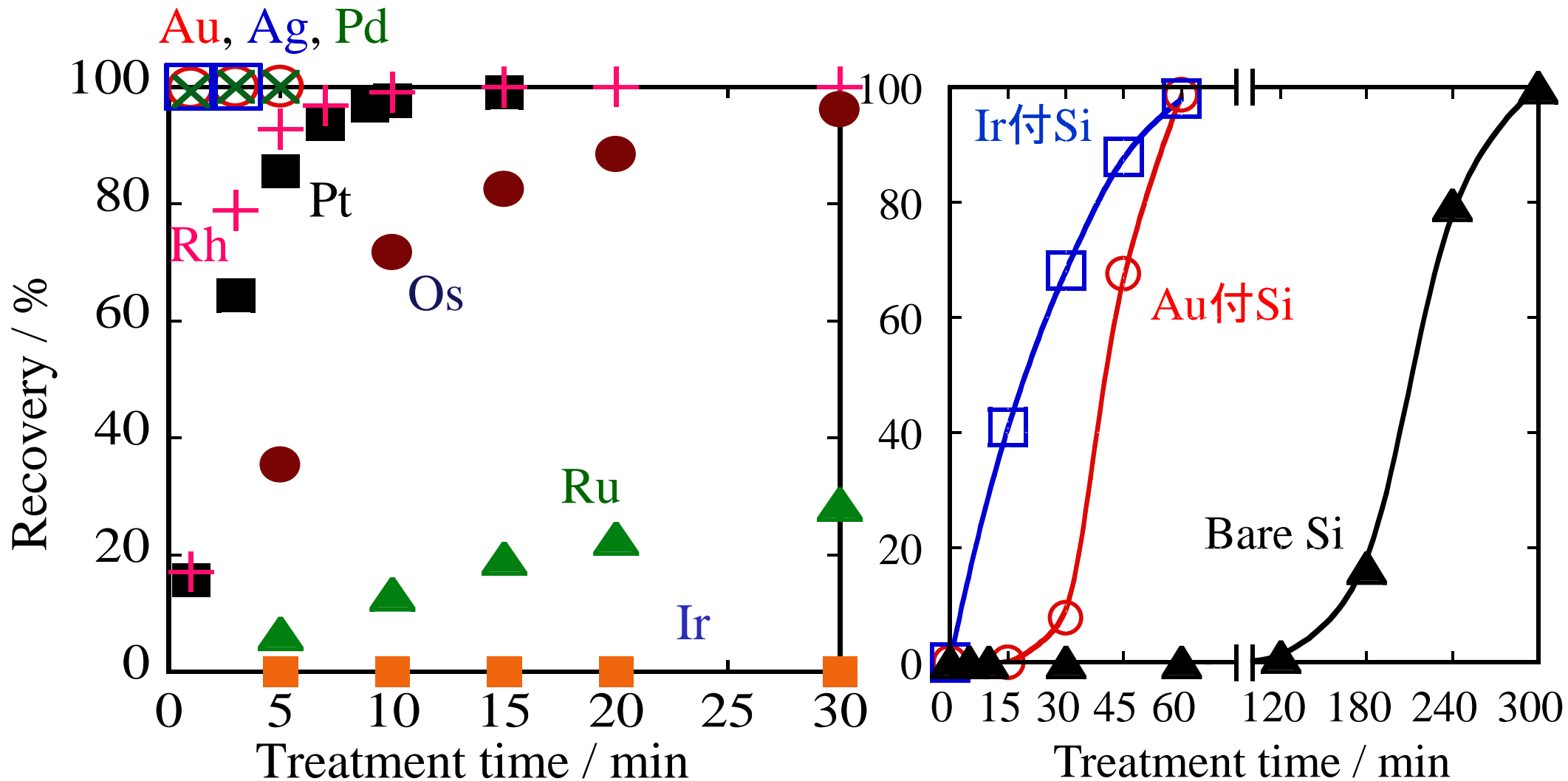
$$X = \frac{(A_0 - A) \times 100}{A_0}$$

X : 貴金属回収率 (%)

A₀ : 初期貴金属濃度 (mg/L)

A : 溶液中の貴金属濃度 (mg/L)

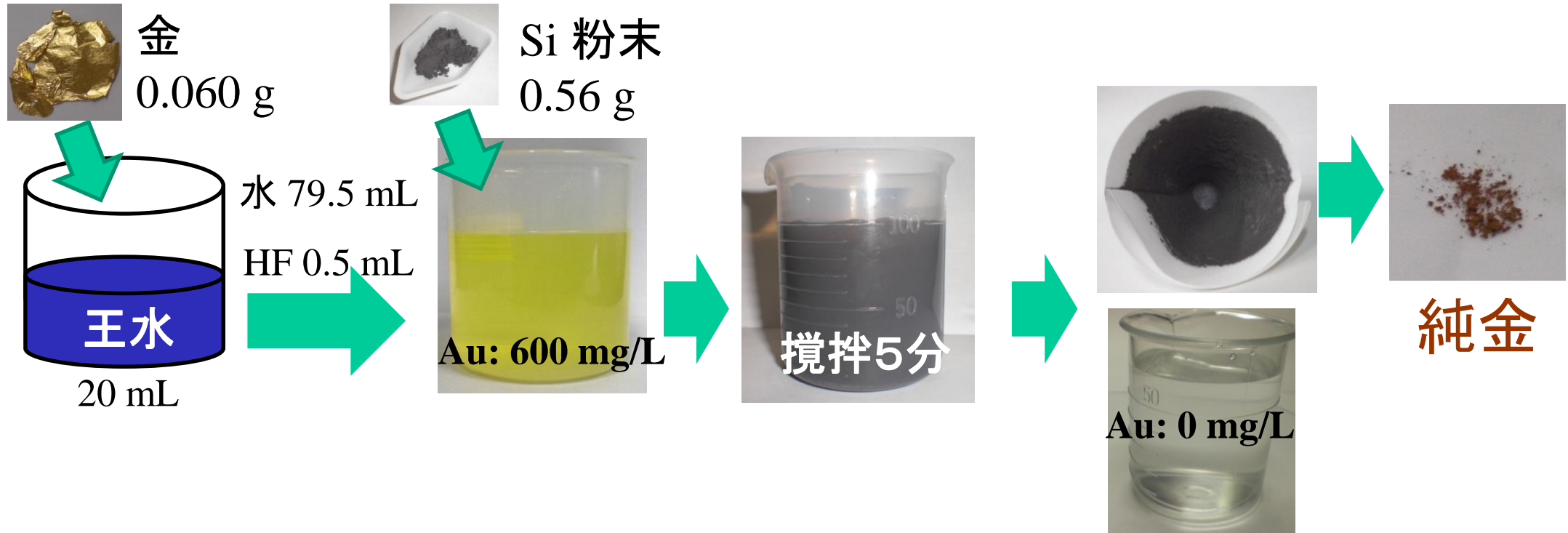
技術の詳細① (回収結果)



貴金属8種類全てを回収可能

金銀パラジウムは数分間でほぼ100%回収

技術の詳細① (回収結果)

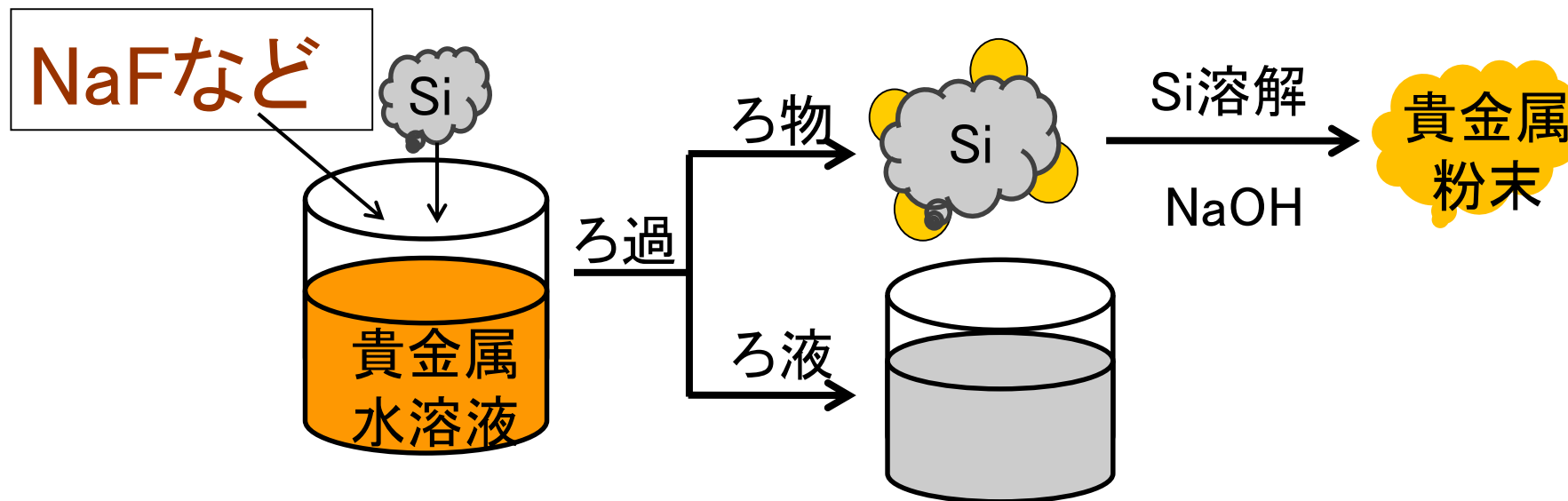


王水に溶かした金の回収(上図)

廃家電から回収したICチップからの金銀回収

シリコン切削屑の利用

技術の詳細① (フッ化物代替)

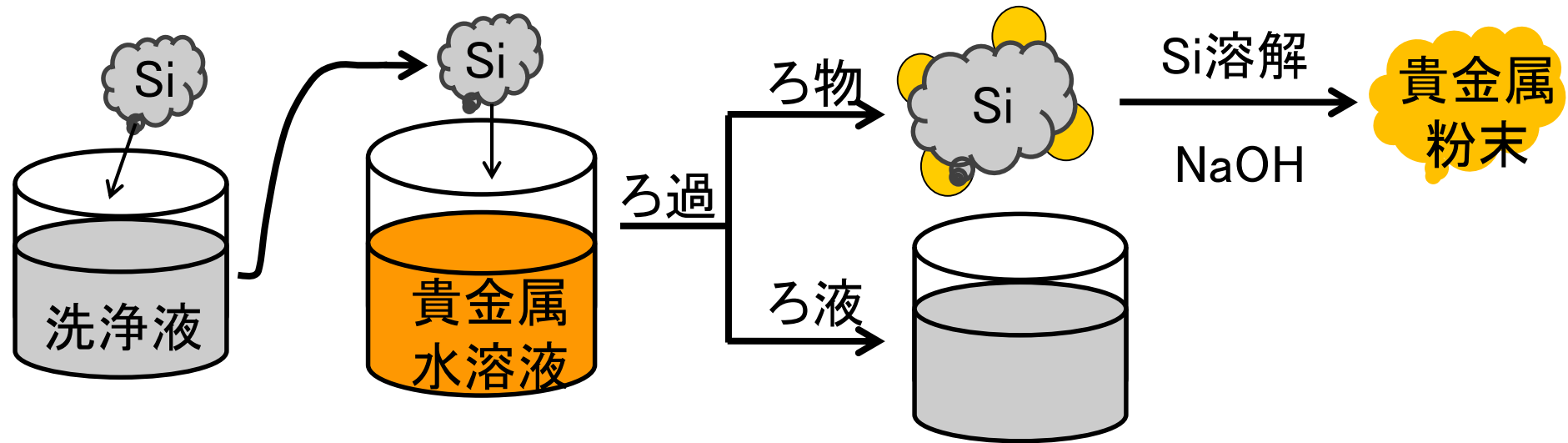


酸性溶液の場合

フッ化水素酸に替えて

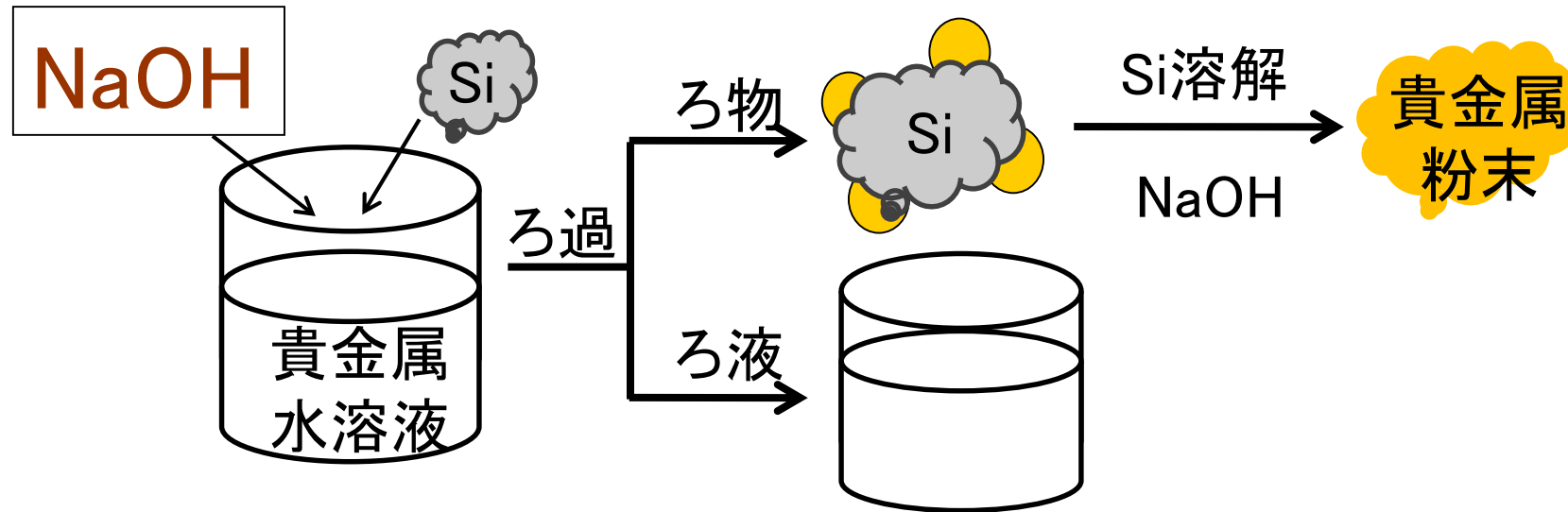
フッ化ナトリウム(非毒物)などを使用可能

技術の詳細② (シリコン単独)



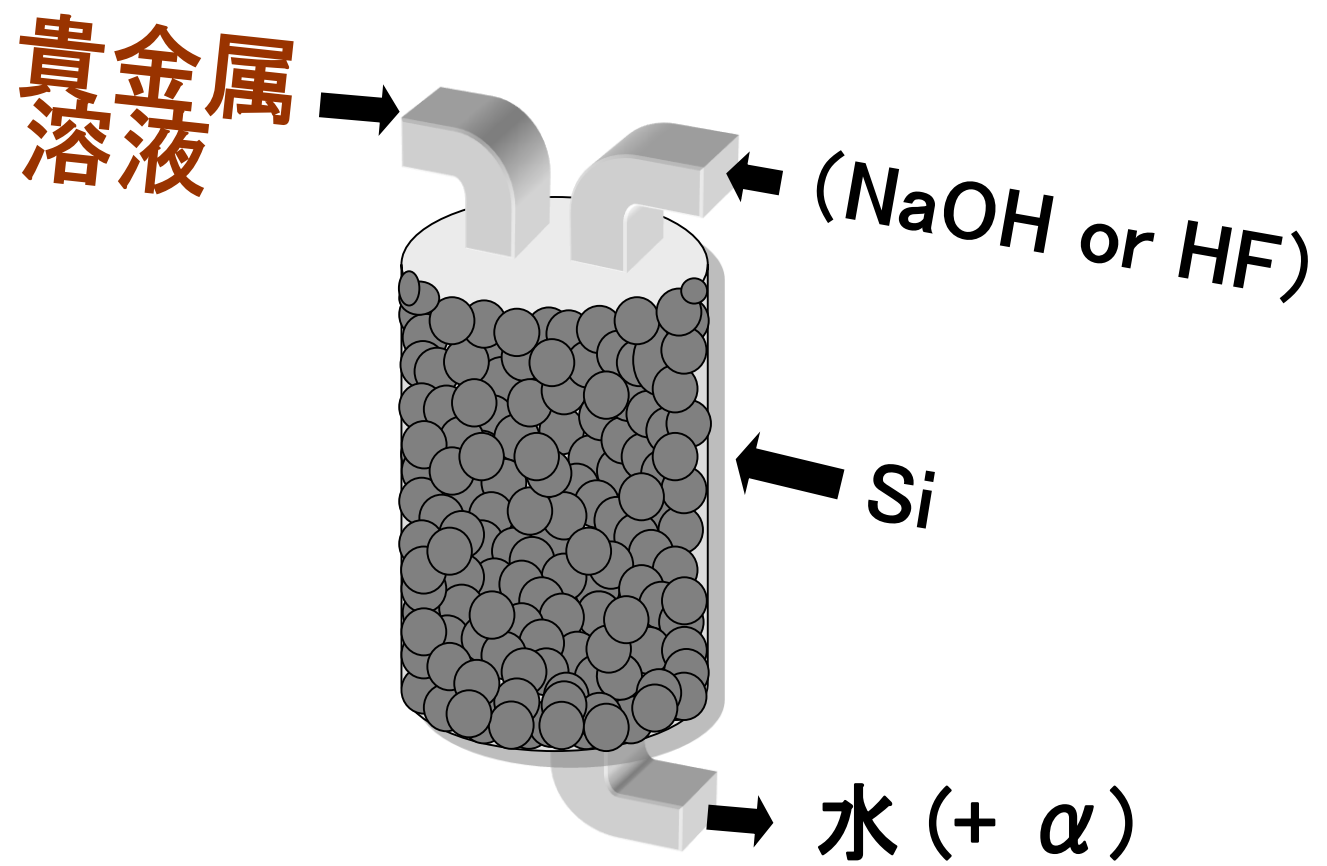
予め酸化膜を除去したシリコン粉末を加えるだけ
 貴金属8種類全て回収可能
 回収による溶出物がない(溶液のクリーニング)

技術の詳細③ (塩基性)



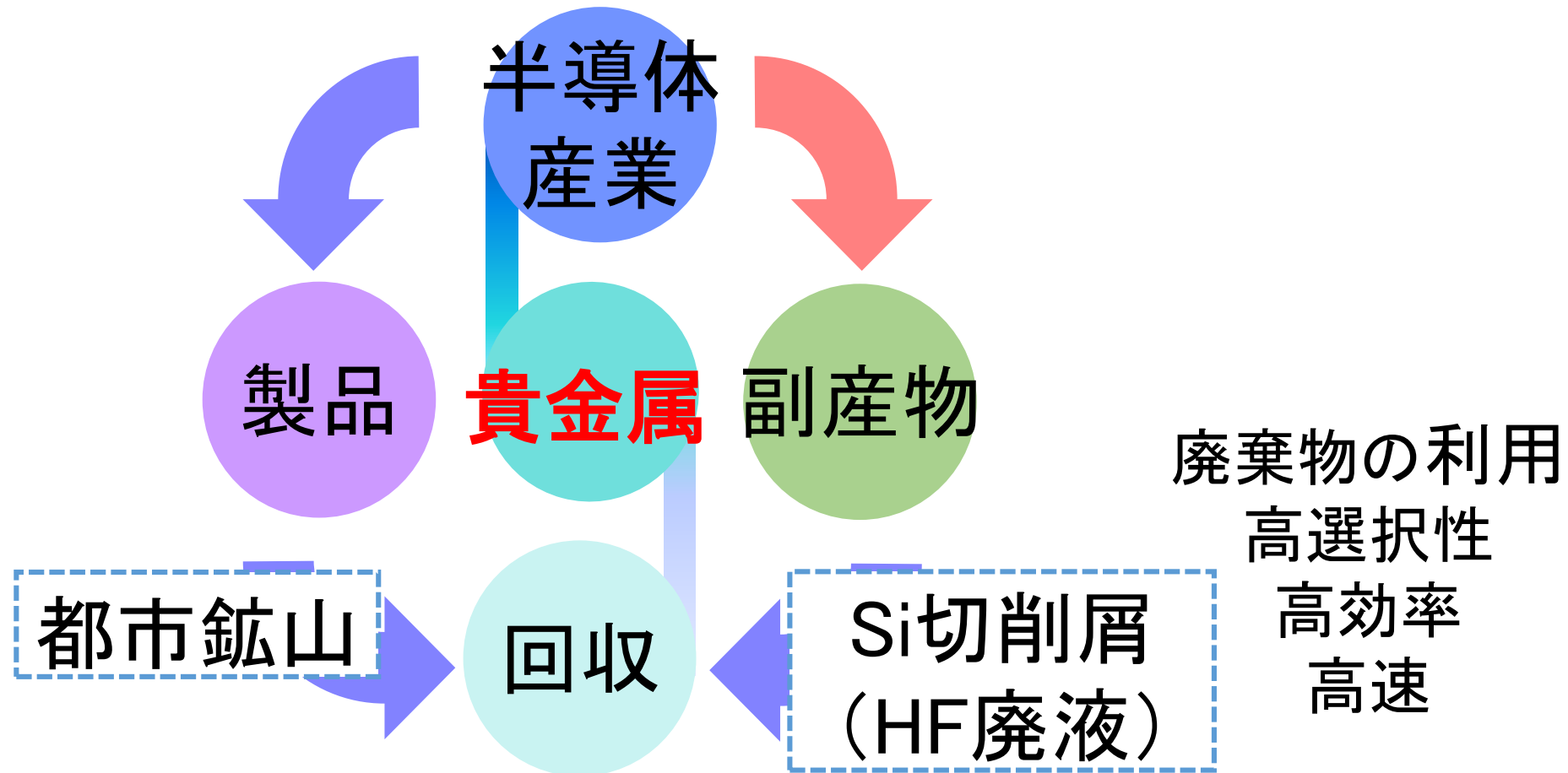
水酸化ナトリウムとシリコン粉末を加える
金や白金を回収可能
反応が継続して高効率に回収

技術の展開(フローシステム)



高効率かつ高速な回収が可能なことから
フロー処理も可能と考えている
めっき液や廃液処理に有効

技術の社会的意義



半導体産業の副産物(シリコン切削屑・廃フッ酸)を用いて、その製品である電子機器の廃品(都市鉱山)から貴金属を高効率かつ高速に回収する

企業への期待

- 本技術は貴金属回収プロセスに適用可能な**要素技術**と考えている。**実際の回収プロセスへの適用を検討**いただける企業との共同研究を希望。
- 貴金属ナノ粒子、貴金属ナノ粒子担持シリコンとして、**触媒などへの応用展開**が可能と考えている。
- シリコン切削屑とフッ化水素酸廃液の両方を扱っている**半導体あるいは資源回収関連の企業**には、本技術の導入が有効と思われる。



本技術に関する知的財産権

- 発明の名称: 金属回収方法及び金属回収装置
- 特許番号 : 特許第5945429
- 発明の名称: 金属回収方法、金属回収装置、金属回収システム、及び金属粒子の製造方法
- 出願番号 : PCT/JP2015/060773
PCT/JP2016/060013
- 出願人 : 兵庫県立大学
- 発明者 : 八重真治



お問い合わせ先

兵庫県立大学 産学連携・研究推進機構
知的財産本部
知的財産コーディネーター 久保幸雄

T E L 079-283 - 4560

F A X 079-283 - 4561

e-mail yukio_kubo@hq.u-hyogo.ac.jp

