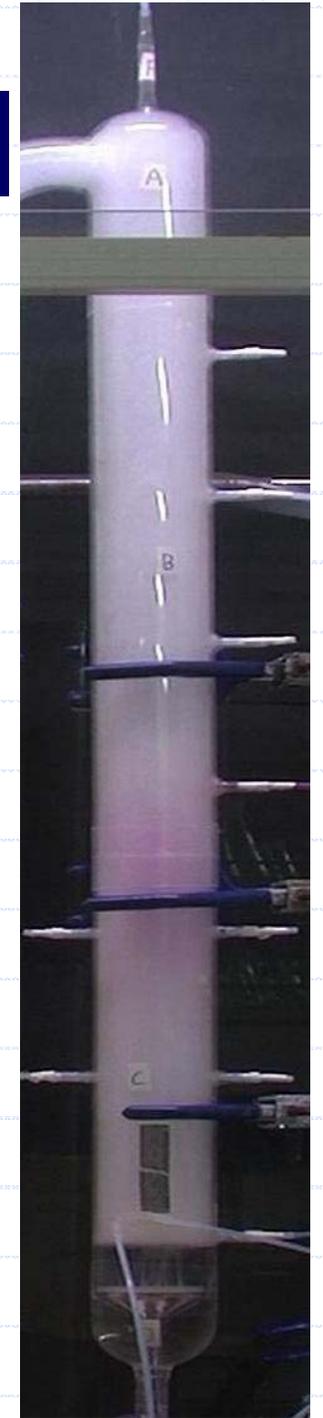
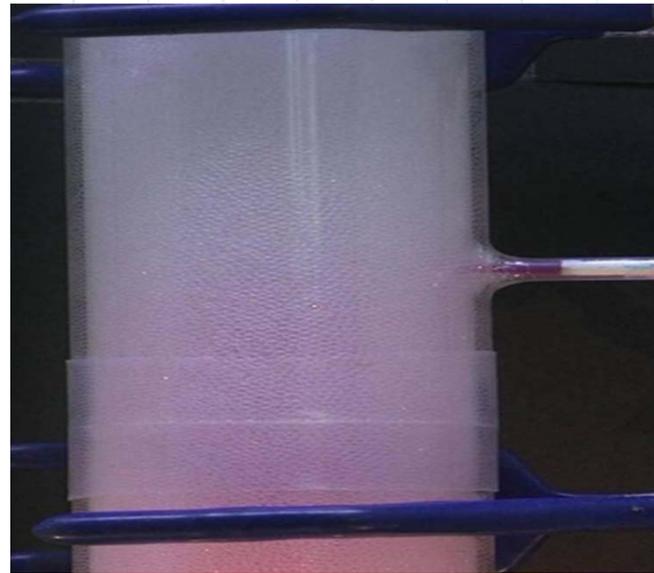
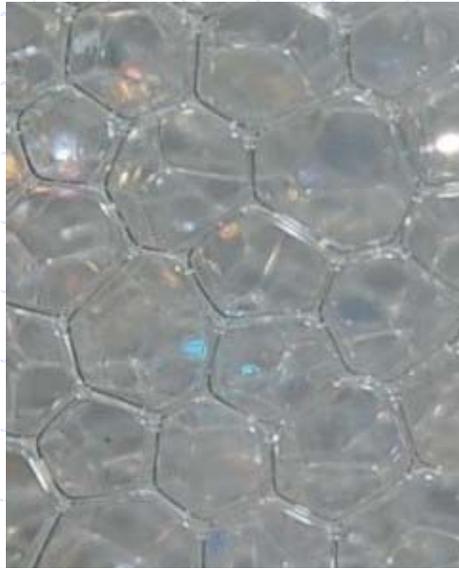


連続向流泡沫分離法によるガリウムの 選択回収及び亜鉛精錬残渣への適用



起泡クロマト研究グループ

○鹿児島大学理工学域工学系

名古屋市工業研究所

名古屋工業大学

大阪大学大学院基礎工学研究科

二井 晋

木下 武彦

北川 慎也

岡野 泰則

背景

Ga は日本の成長への必須資源

太陽電池パネル, LED, 半導体 に使われ、
世界需要量の70%を日本が消費
廃棄物からは未回収

**廃棄物からの高効率分離
プロセスの開発** *Our challenge!!*

従来のGa分離技術

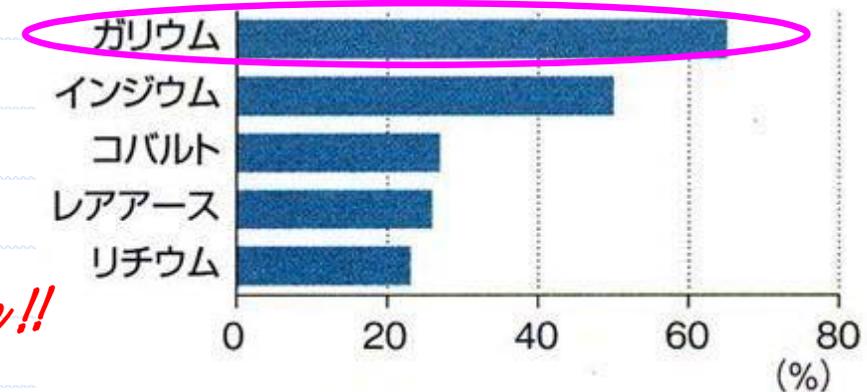
酸浸出 → 溶媒抽出 ……抽出試薬と有機溶媒

Cu, Fe, In, As からのGa分離に多段操作が必要

大量の有機溶媒と大きい床面積を要する
……分散型の処理は困難

希薄溶液(数十ppm)には適さない……低い回収率

世界消費量に占める
日本の消費量の割合

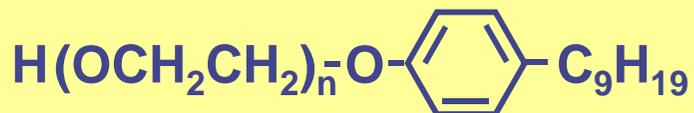


(出所)日本メタル経済研究所「クリティカルメタル2008」を一部改訂

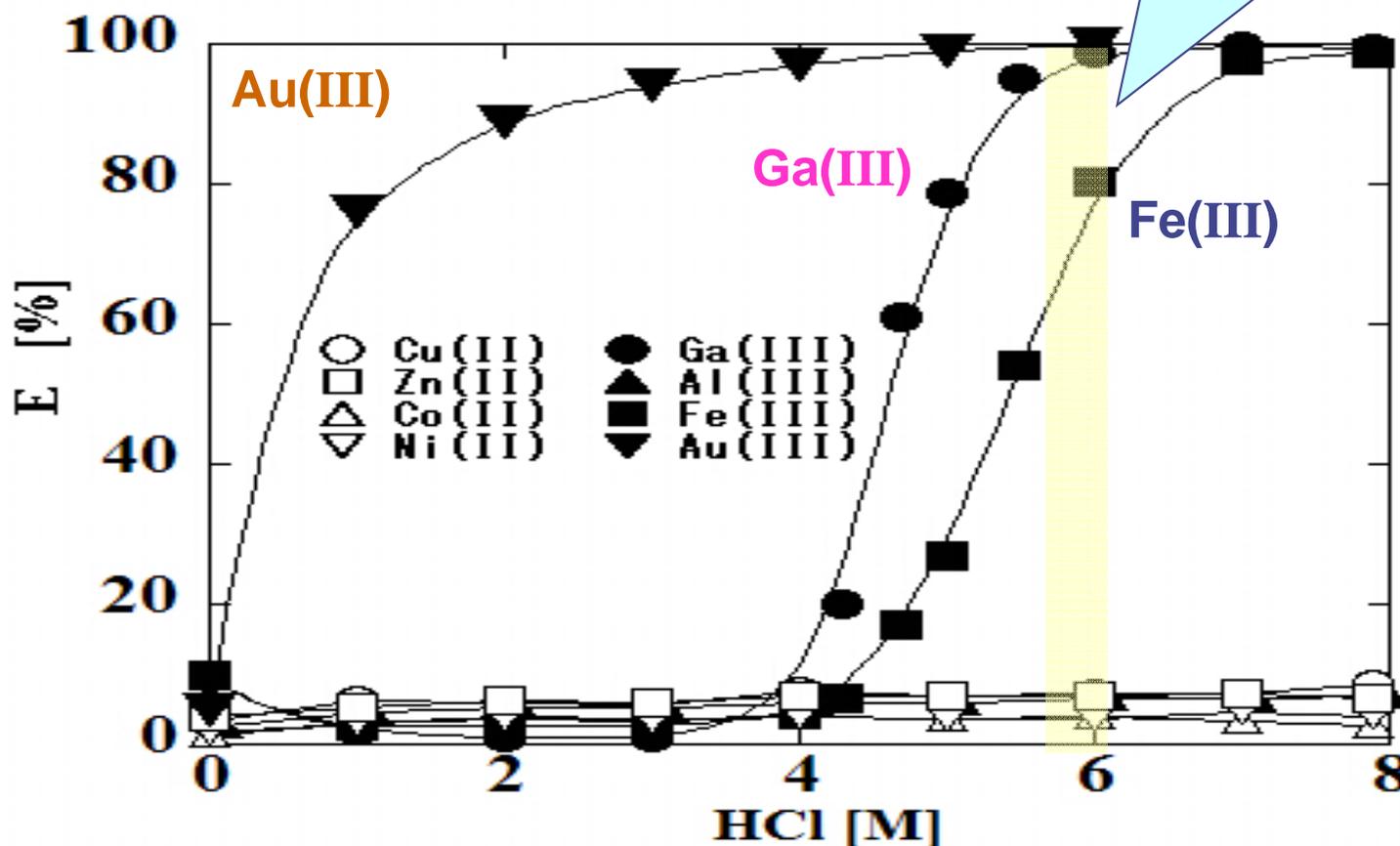


ガリウムと金に高い親和性を持つ界面活性剤 PONPEの発見

PolyOxyethylene Nonyl Phenyl Ether, PONPE



Ga回収では
FeとGaの分離が課題



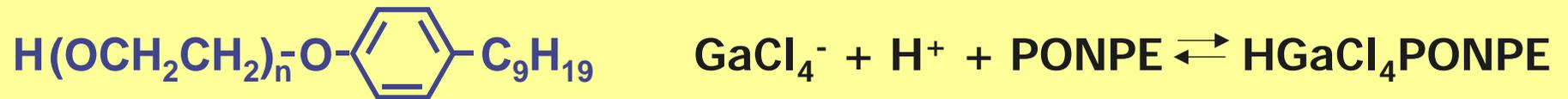
PONPEを用いる泡沫分離への期待

GaやAuと選択的に親和する界面活性剤

酸浸出液を起泡して泡沫を分離

有機溶媒フリー(水系での操作) でシンプルな塔型の装置を用いて 連続的に高度分離を実現できる

PolyOxyethylene Nonyl Phenyl Ether, PONPE ... 市販の洗剤成分

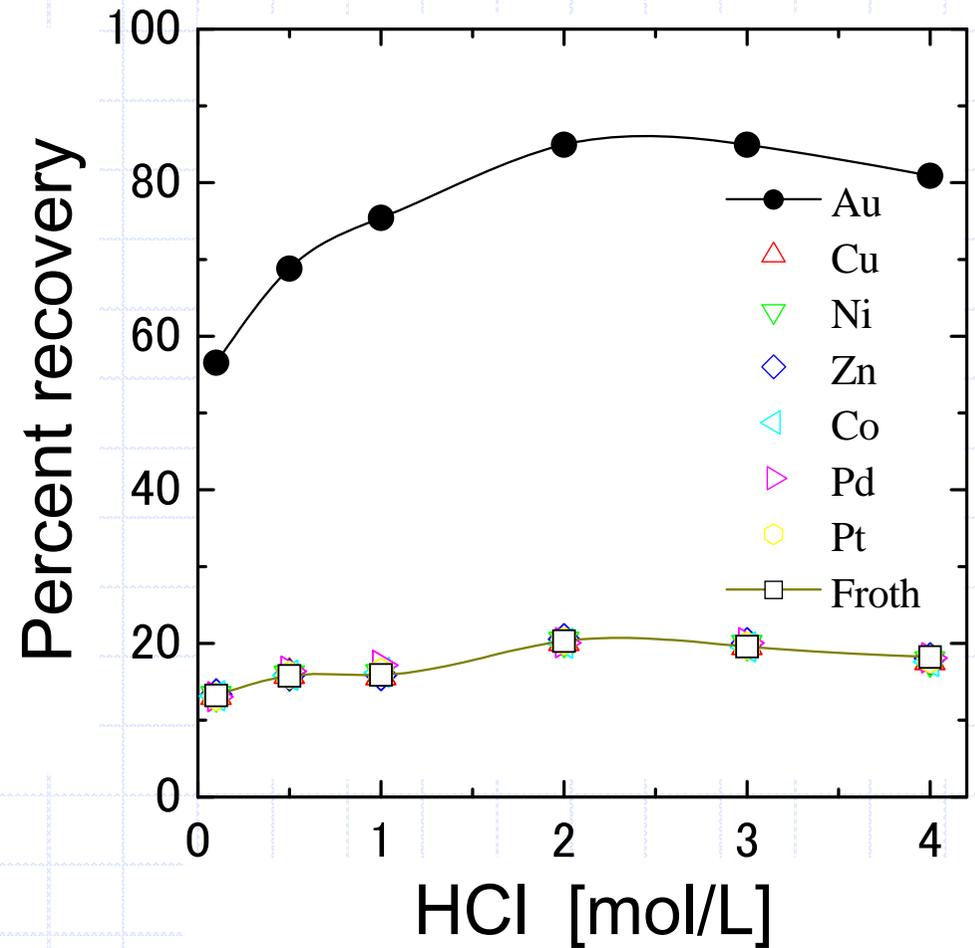
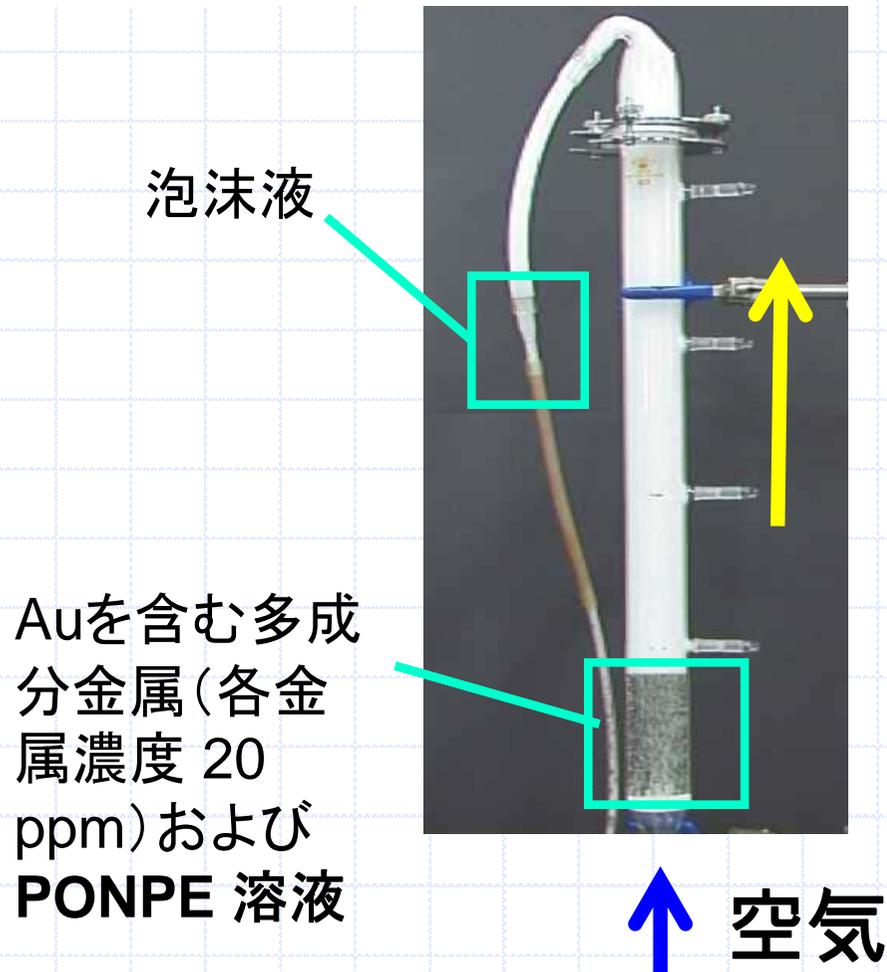


オキシエチレン鎖を持つ界面活性剤はGa, Auと親和する。

ところが...

従来型の泡沫分離では金属相互分離に限界がある

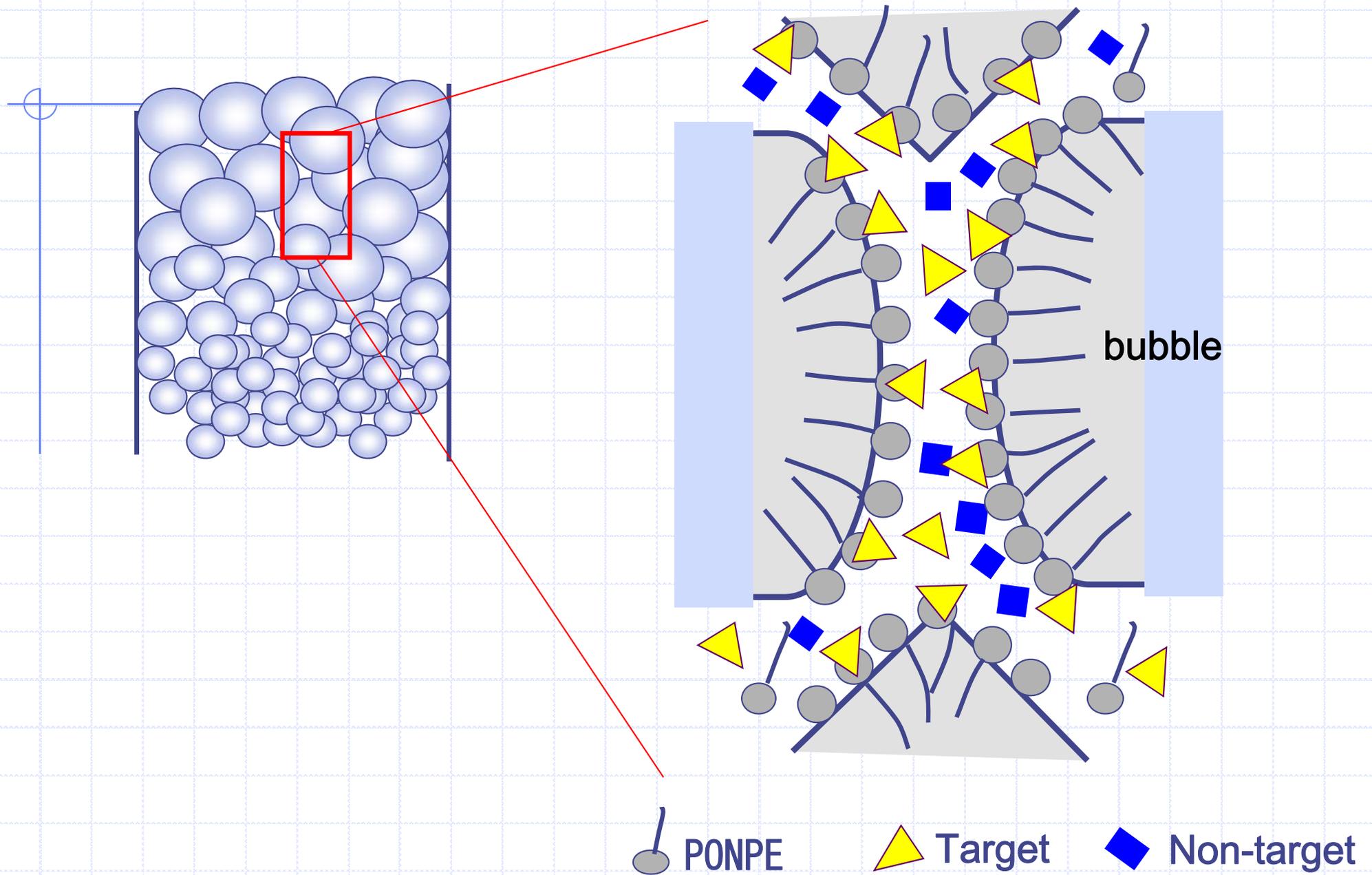
PONPEを用いた従来型泡沫分離による混合金属溶液から Au 分離



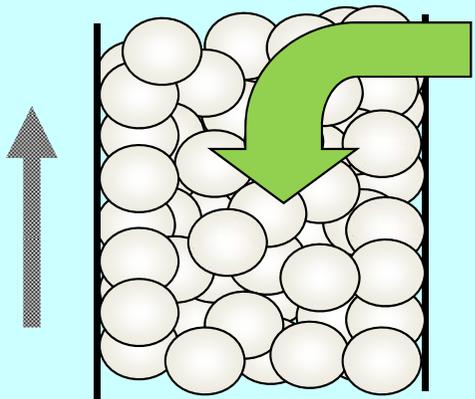
標的であるAuは回収されたが他の夾雑物も回収された

金属相互分離を克服すれば泡沫分離による優れた選択濃縮ができる

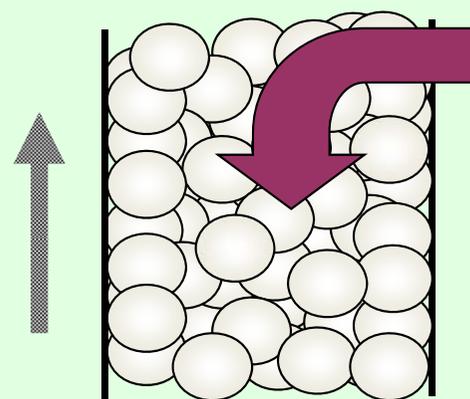
夾雑物は泡と泡の間の水中に存在する



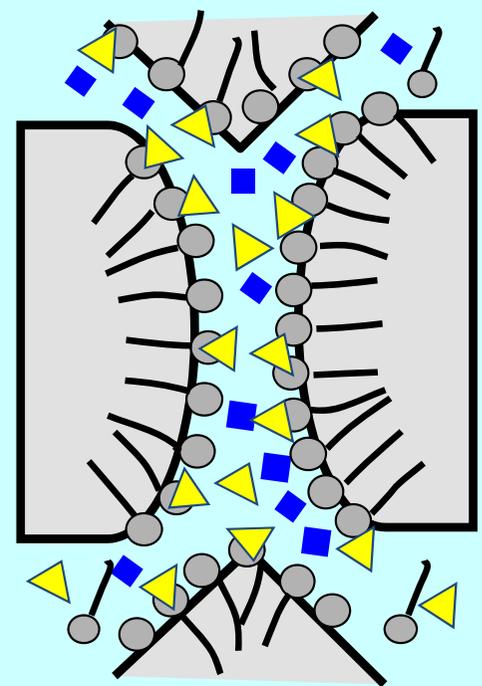
泡沫への溶液導入による 吸着 と 洗淨の強化



金属溶液

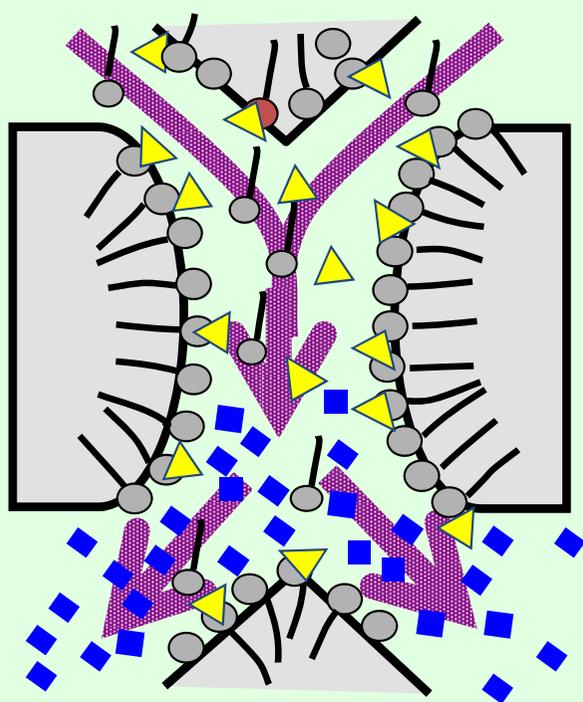


PONPE 溶液
(金属なし)



標的金属が
PONPEに
すばやく親和

泡表面への
吸着促進

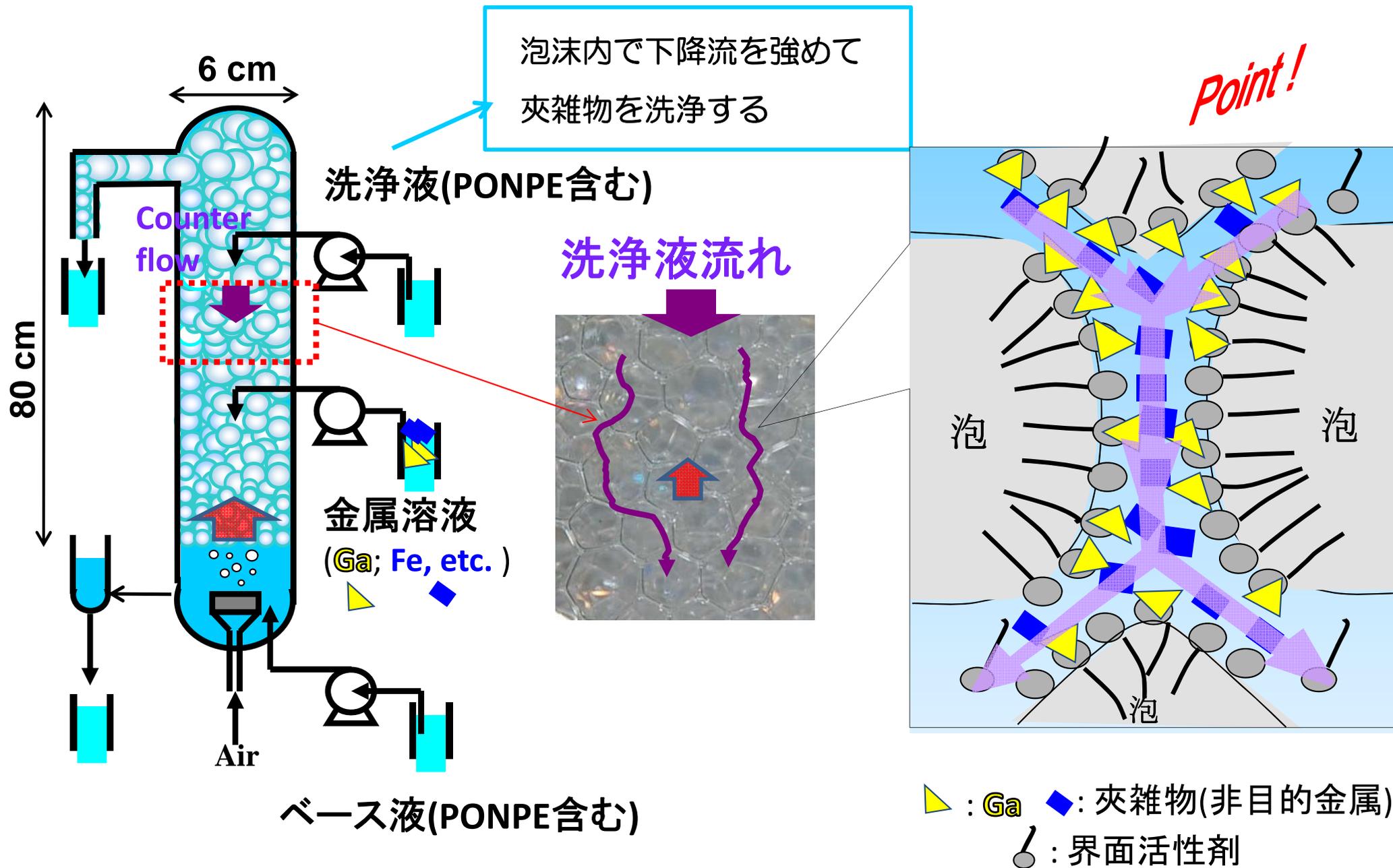


夾雑物の
下向き移動

液からの
洗淨促進

 PONPE  Target  Non-target

連続向流泡沫分離（起泡クロマト）法を開発

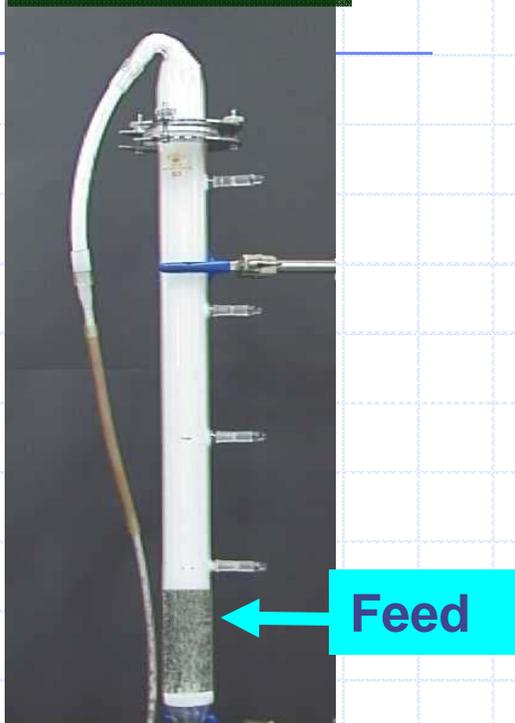


起泡クロマトの概念図¹⁾

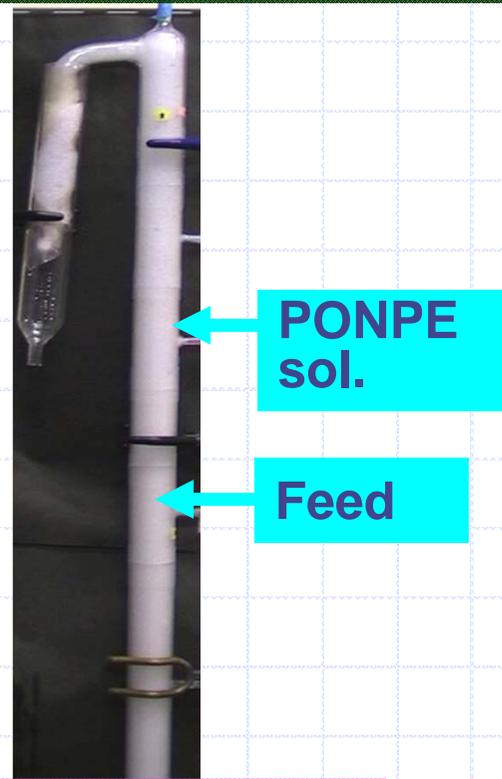
1) T. Kinoshita et al, Sep. Purif. Technol., 78 (2011) 181-188.

連続向流泡沫分離（起泡クロマト）法の性能と特徴

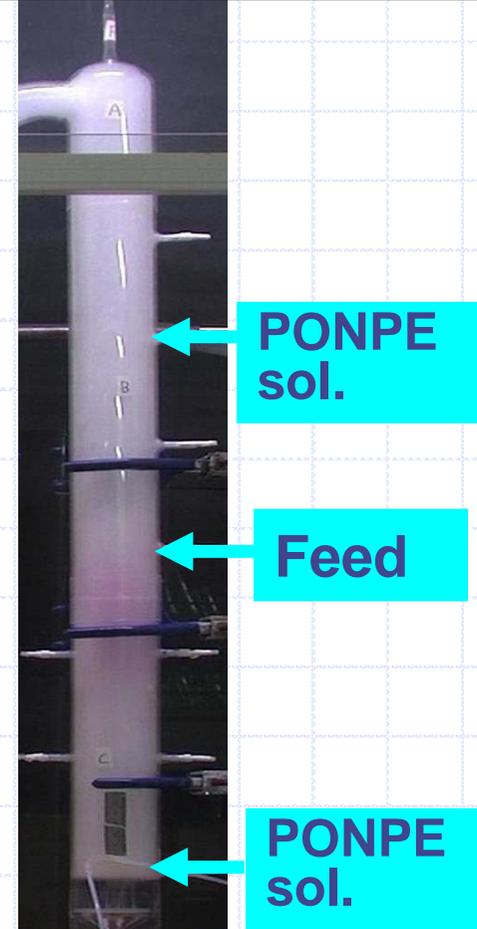
従来型
泡沫分離¹⁾



起泡クロマト 塔径 3 cm¹⁾



起泡クロマト 塔径 6 cm



塔径拡大により
分離性能が
著しく向上!!

Ga 回収率 33 %

Ga濃縮比 5

分離係数

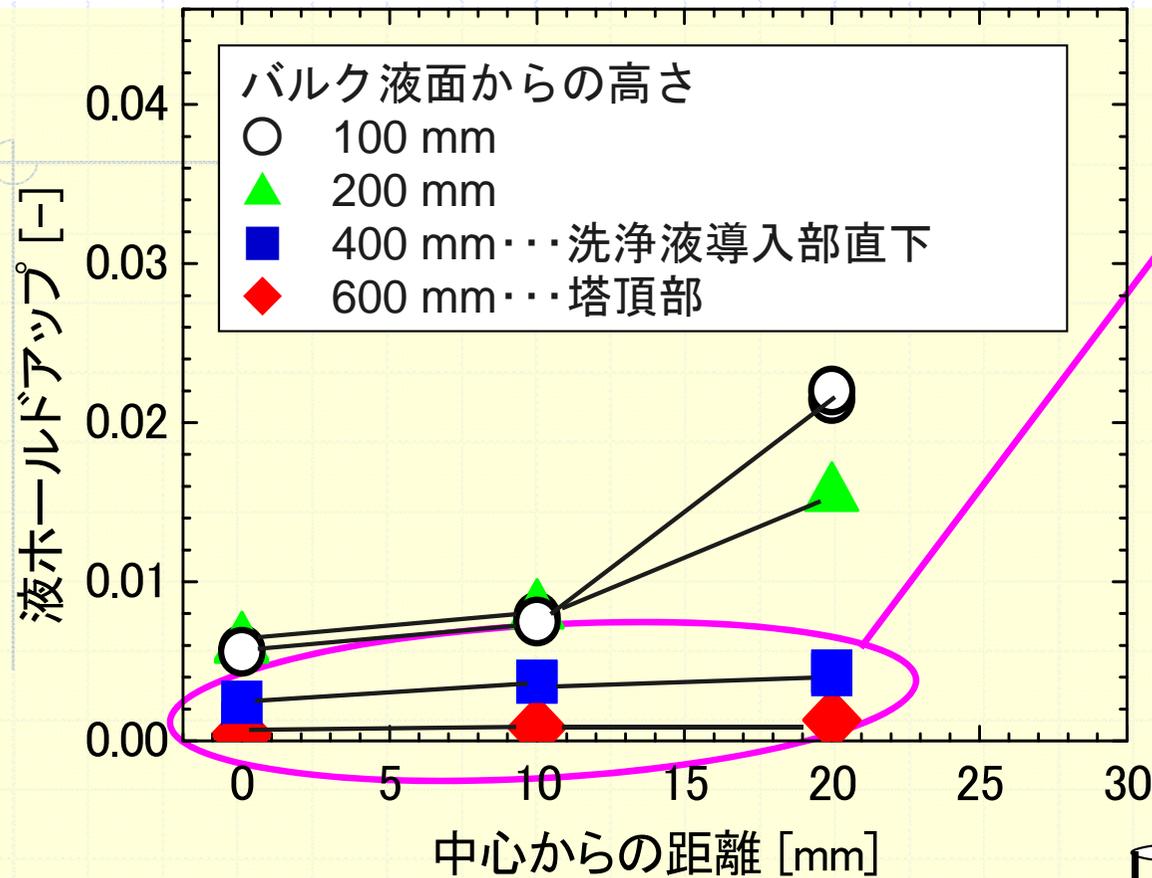
Ga/Fe 4, Ga/Cu 5,

Ga/Zn 5

	回収率 [%]	濃縮比 [-]	Ga/Fe	Ga/Zn	Ga/Cu
塔径 3 cm	100	3.6	67	1040	1250
塔径 6 cm	100	11	300	8000	6000

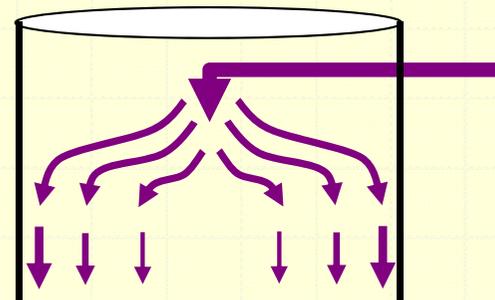
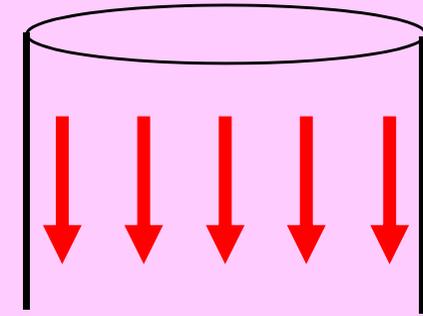
1) T. Kinoshita et al, Sep. Purif. Technol., 78 (2011) 181-188.

優れた分離をもたらす泡沫中の液流れ

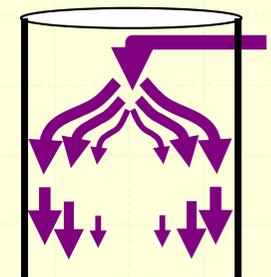


塔上部での分布がフラット

洗浄液導入部の下で栓流的な下降液流



塔径 6 cmでの液流れ



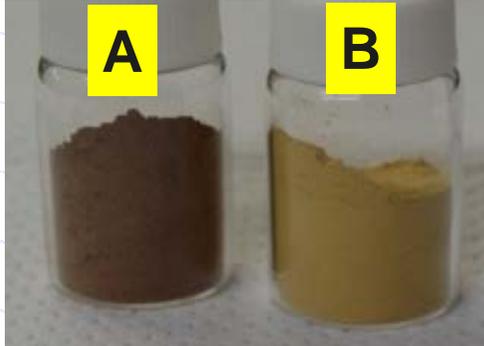
塔径 3 cmでの液流れ

Point!

泡沫相への溶液の導入点と壁面との距離を適切に設定することがポイント

亜鉛精錬残渣からのガリウム選択分離回収

亜鉛精錬残渣



残渣の塩酸浸出液中の金属組成 [ppm]

金属	Ga	Fe	Cu	Zn	Al	As
残渣A	2.3	4300	186	6200	106	190
残渣B	12	1500	87	3100	1400	600

浸出液: 6 M HCl, 固 / 液 比: 3 g / 20 cm³

起泡クロマト条件: 塔径 3 cm, 泡径 0.18 cm

Gaの回収率, 濃縮比と他の金属に対する分離度

	回収率 [%]	濃縮比 [-]	Ga/Fe	Ga/Cu	Ga/Zn	Ga/Al	Ga/As
残渣A	100	3.2	1570	7870	31600	1190	24900
残渣B	94	4.1	2410	3130	4090	3700	6640

GaAs基板スクラップからのガリウム選択分離回収



粉碎



塩酸浸出液中の金属組成 [ppm]

金属	Ga	As
	143	36

浸出液: 6 M HCl, 固 / 液 比: 2 g / 80 cm³

起泡クロマト条件: 塔径 3 cm, 泡径 0.18 cm

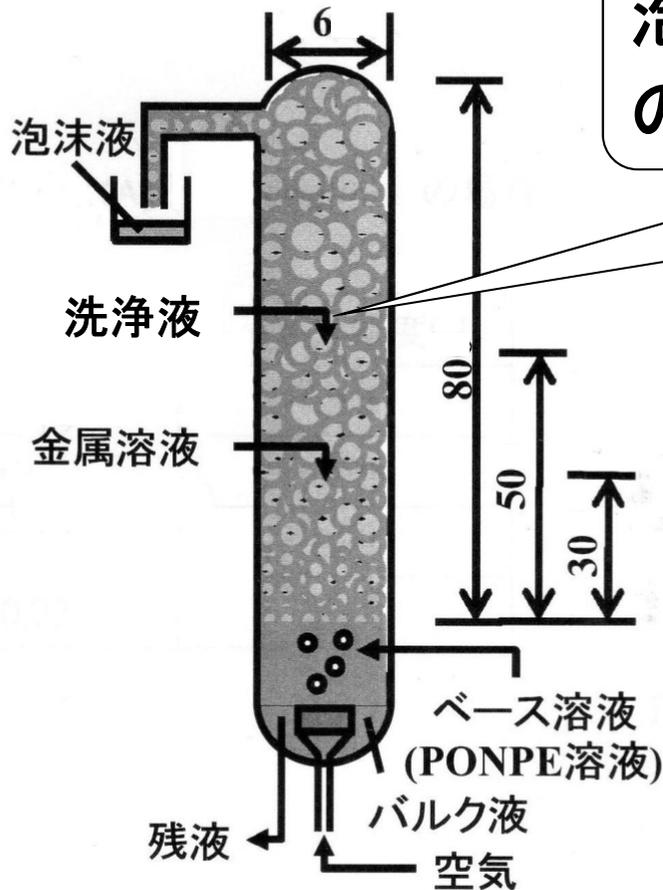
ガリウムの回収率, 濃縮比とヒ素に対する分離度

	回収率 [%]	濃縮比[-]	Ga/As
金属溶液希釈なし	24	0.7	8170
6倍希釈	99	2.9	2470

得られた泡沫液中のAs濃度はいずれも定量下限値以下

結 言

泡沫への溶液導入という簡単な手法で、泡沫分離の本質的な問題である低い相互分離を克服した。



- ・ガリウムの100% 回収と高いGaと他金属との高分離度を同時に達成した。
- ・塔径拡大により分離性能が向上するスケールメリットが発現した。
- ・実サンプル (GaAs基板、亜鉛精錬残渣) からのGaの高選択分離を達成した (Ga/Fe分離度 1500以上)。

本研究は環境研究総合推進費補助金 研究事業 (3K123006, K22011, K2325) の支援を受けました。感謝申し上げます。