

---



# 貴金属、希少金属の回収 (副題: 金の高選択的な抽出剤)

特許ビジネス市in東京  
平成21年9月16日 東京国際フォーラム

みやざきTLO

特許流通アドバイザー

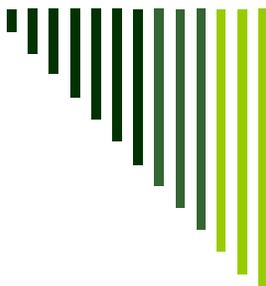
嶋貫 祐次





# 希少金属、貴金属の資源の現状

- 希少金属、貴金属の資源は中国、南アフリカ等一カ国に偏っており、高い関税を掛ける、輸出制限をする等の供給不安に直面するようになった
- 価格が高騰し2003年比2007年がほとんどの金属で4倍から8倍になっている
- 政府がこの様な逼迫状態に危機感を持ち政策を打ち出し始めた(備蓄も一つの政策)
- 次ページより他社回収技術について新聞記事をベースに説明をする



# 既存技術-背景1-

小坂製錬/リサイクル事業を拡大/処理材多様化、金・銀回収20%増(鉄鋼新聞,2000.01.17)より

- 2000,1,17 同和鉱業、小坂精錬 リサイクル事業の強化 溶錬能力増強 電解能力の増強
- 長年培ってきた複雑鉱(黒鉱)の処理技術を生かし多品種の金属回収
- 携帯電話、化合物半導体 前処理・破碎設備増強 金、銀、白金族、セレン、テルル、ガリウム リサイクル製錬所を目指している

典型的な乾式製錬、破碎設備増強し選鉱度向上、電解能力アップし精錬能力アップ、特許出願多数

# 既存技術-背景2-

DOWA小坂地区/貴金属回収工場が竣工/自動車リサイクルも稼動(日刊産業新聞,2007.11.21)より

- 2007,11,21 DOWAホールディングス、小坂製錬 前処理、エコシステムリサイクリング 売上高100億円
- 小坂製錬がリサイクル原料対応型新炉を120億掛けて導入、回収が難しい有価金属は小坂製錬で処理

黒鉛処理技術は選鉛技術、製錬技術の開発の歴史とはいえ、同和鉛業は国内唯一の黒鉛製錬を実施し、ここで培われた技術により複雑・難処理鉛製錬所として世界でも屈指の技術を誇り、ここでの分離精製技術が現在の環境・リサイクル事業へ脈々と引き継がれている。

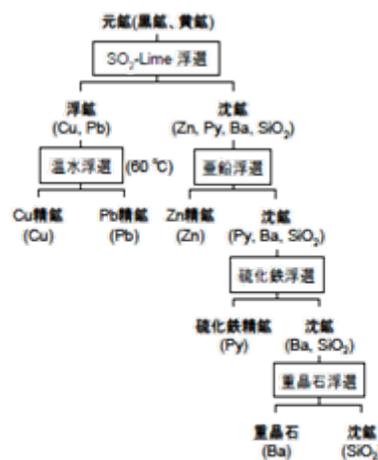
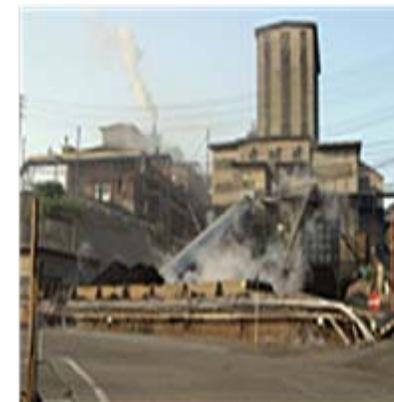
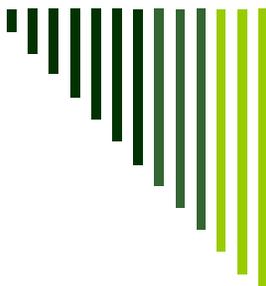


図4 黒鉛選鉛分離フローシート



小坂製錬所

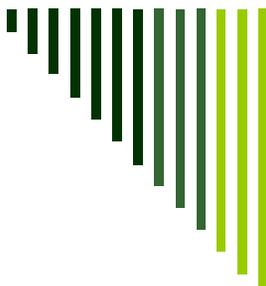


## 既存技術-背景3-

どうして 都市鉱山からレアメタル(FujiSankei Business i,2008.06.03)より

- 2008,6,3 DOWAホールディングス、小坂精錬所 120億円の新型炉稼動
- 原料は鉱石の他パソコン、携帯電話を細かく砕いたもの
- 猛烈な炎で熱せられた炉から銅の液体が流れてくる 新型炉の稼動で都市鉱山の利用が進む
- 金、銀、ニッケル、アンチモン、インジウム、ガリウム、白金、コバルト、パラジウム等

貴金属、希少金属の回収の実プラントを持つに至った(設備投資大、特許出願多数)



# 既存技術-背景4-

【提言-ニッポン】新日鉱ホールディングス社長 高荻光紀氏(産経新聞,2008.07.06)より

□ 2008,7,6 新日鉱ホールディングス ジャパンエナジーと日鉱金属 携帯電話やパソコンから貴金属、ニッケル、コバルト、インジウムの回収 低品位の銅精鉱から銅、金、銀を回収

- ✓ 日鉱金属は湿式製錬技術「日鉱式塩化法」を開発、低品位の銅鉱石から銅、金、銀、白金、パラジウムを回収、パイロットプラント稼動
- ✓ パイロットプラントの設備; Cu/Au湿式浸出設備、Cu/Ag溶媒抽出設備、Cu電解採取設備等
- ✓ 総工費; 28億円、操業費; 8億円、操業規模; 100CuT/年
- ✓ 同和鉱業に次いで量産化を進めている

日鉱式塩化法は、初生硫化鉱を対象とする湿式製錬技術であり、塩化浴を用いる点及び貴金属をも同時に効率的に回収することができる点に特長がある(特許出願多数)



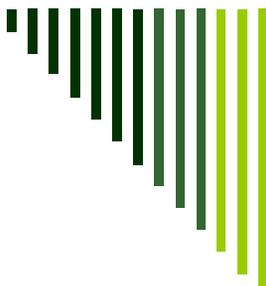
# 既存技術-背景5-

ごみの山は「宝」の山/レアメタル回収活性化/商機に動く  
関西企業(沖縄タイムス,2008.09.16)他より

□ 2008,9,16 粉々に破砕した液晶パネルを銀色の円筒形タンクに投入し、塩酸が主成分の溶解液を注入、タンクを回転させ、金属が溶け出した所を特殊な樹脂に吸着させて回収する。アクアテックとシャープが進めるインジウムのリサイクル実証実験だ。(熊本日日新聞,FujiSankei Business,中国新聞、沖縄タイムス)

- [特開2006-061754](#) フッ素含有廃水の処理方法およびフッ素含有廃水の処理設備
- [特開2005-187245](#) フッ素のリサイクル方法
- [特開2005-144209](#) フッ素含有廃水の処理方法
- [再表2006/006497](#) インジウム吸着剤及びインジウムの分別方法  
(塩酸溶液でアニオン交換樹脂に吸着させ水接触で解離させる)  
上記特許はシャープとアクアテックの共同出願

**メーカー自ら回収事業に進出(シャープ)**



# 既存技術のまとめ

- 時系列で回収の歴史を見たがDOWAを除けば実験段階といえる
- いずれの方法も初期投資が大きく参入の壁が高いように思われる
- 次ページより新しい方法を提案するが最大の特徴は初期投資が少なくて出来ることである



# 提案する回収法

- 同じ発明者の1連のシリーズになっている、金属等回収技術関連特許出願8件を示す。8件を用いることによって白金、パラジウム、銅、金、インジウム、ガリウム、モリブデン、タングステン、コバルト、カドミウム、マンガン、バナジウムと12種類の金属を分別、回収出来る。
- 以下発明者の宮崎大学工学部教授、馬場由成先生の出願特許8報を回収金属との関係を明確にしながら説明する。

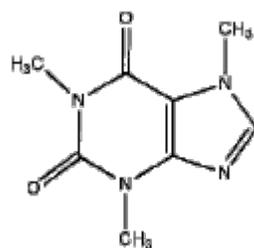
# 抽出剤と回収可能金属

特開情報	回収金属					
	Au	Pt	Ag	Cu	Pd	その他
1. 特開2000-126504					○	
2. 特開2000-256645				○		
3. 特開2001-106537					○	
4. 特開2007-113070	○					
5. 特開2007-126404				○		Co,Cd,Mn
6. 特願2009-022864						In,Ga
7. 特願2009-114732						Mo,W,V
8. 特許第3236363号	○	○			○	

# 提案する回収法1

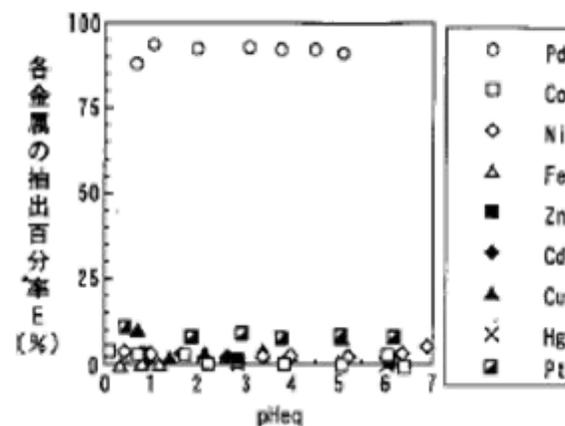
- **パラジウム**の選択的抽出剤および**パラジウム**の選択的抽出・回収方法
- 特開2000-126504（出願人：宮崎大学）
- 回収金属 **パラジウム**

- 抽出剤；カフェイン
- 抽出溶媒；クロロホルムにエチルヘキシルアルコール
- 被抽出剤；塩酸溶液
- 逆抽出溶媒；チオ尿素水溶液



抽出剤

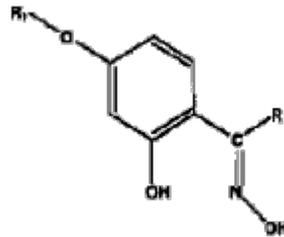
【図1】



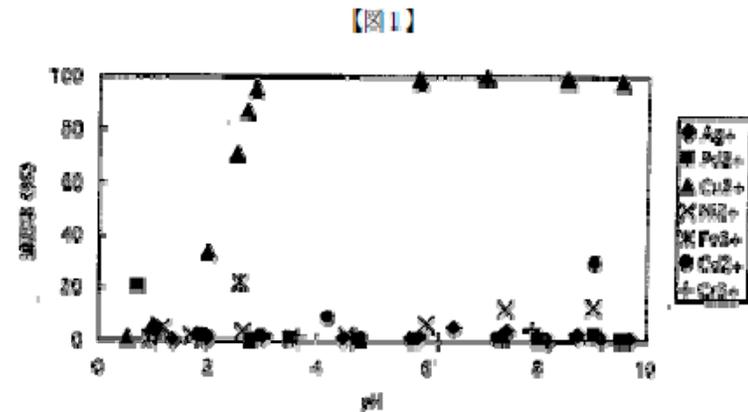
# 提案する回収法2

- アルカリ性溶液から銅イオンを選択的に回収する方法
- 特開2000-256645（出願人：宮崎大学）
- 回収金属 **銅**

- 抽出剤；2-ヒドロキシ-4-n-オクチルオキシベンゾフェノン
- 被抽出溶媒；アンモニア溶液
- 抽出溶媒；トルエン
- 逆抽出溶媒；硫酸



抽出剤

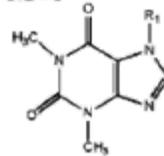


# 提案する回収法3

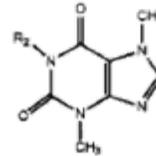
- **パラジウム**の選択的抽出剤、およびこれを用いた**パラジウム**の選択的抽出・回収方法
- 特開2001-106537（出願人：宮崎大学）
- 回収金属 **パラジウム**

- 抽出剤；テオフィリン誘導体、またはテオブロミン誘導体
- 抽出溶媒；クロロホルムまたはトルエンに2-エチルヘキシルアルコール混合溶媒
- 被抽出溶媒；塩酸溶液
- 逆抽出溶媒；アンモニア水

【化1】



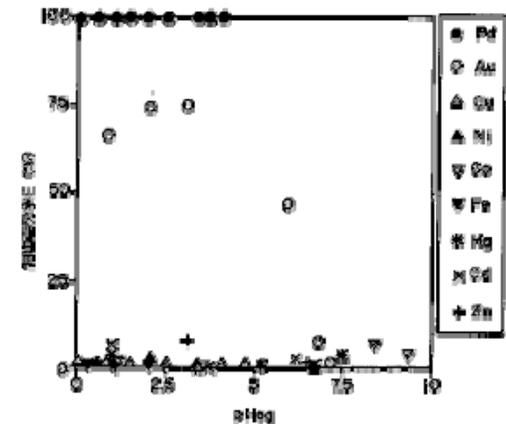
テオフィリン誘導体



テオブロミン誘導体

抽出剤

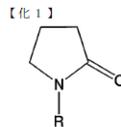
【図2】



# 提案する回収法4

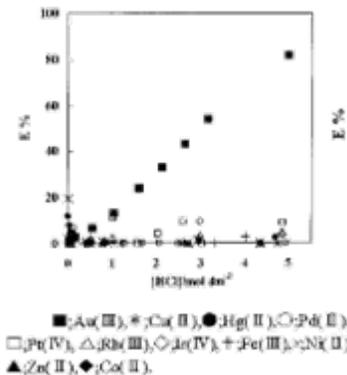
- **金**の高選択的な抽出剤
- 特開2007-113070（出願人：宮崎大学）
- 回収金属 **金**

- 抽出剤；1-ドデシル2-ピロリジノン
- 抽出溶媒；トルエン
- 被抽出溶媒；塩酸溶液
- 逆抽出溶媒；水

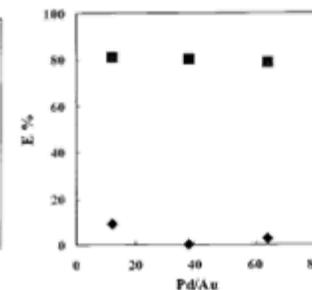


抽出剤

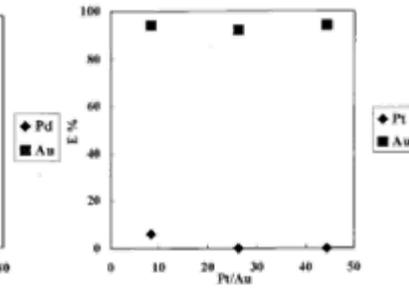
【図1】



【図3】



【図4】

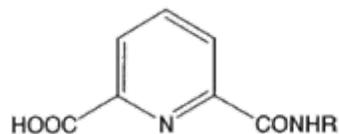


# 提案する回収法5

- 鉄を抽出しない新規な遷移金属抽出剤
- 特開2007-126404（出願人：宮崎大学）
- 回収金属 **銅、コバルト、カドミウム、マンガン**

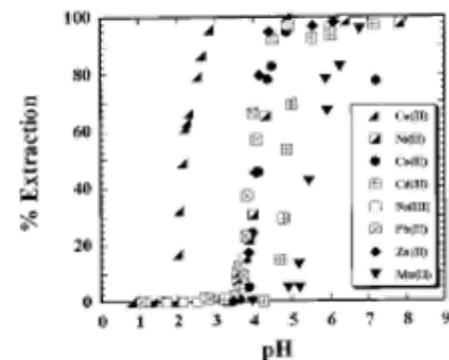
- 抽出剤；N-6-(2-エチルヘキシルアミド)-2-ピリジンカルボン酸
- 抽出溶剤；トルエン
- 被抽出溶媒；硝酸アンモニウム
- 逆抽出溶媒；希薄な塩酸

【化1】



抽出剤

【図1】





# 提案する回収法6

- 金属イオンの吸着剤、並びにそれを用いた吸着方法
- 特願2009-22864（出願人：宮崎大学）
- 回収金属 **インジウム、ガリウム**

- 抽出剤；キトサンのアミノ基の部位にフェニルホスフィン酸を導入した化合物（固体）
- 被抽出溶媒；硝酸アンモニウム溶液  
**インジウム、ガリウム**を吸着、沈殿、ろ過
- 逆抽出；塩酸、酢酸、リン酸  
PH=0の時**インジウム**だけ吸着、**ガリウム**は吸着されない

（未公開の為、図は表示せず）



# 提案する回収法7

- キチンを出発源とした架橋キトサンによるモリブデン、タングステンおよびバナジウムなどのオキソアニオンの回収方法
- 特願2009-114732（出願人：宮崎大学）
- 回収金属 モリブデン、タングステンおよびバナジウム

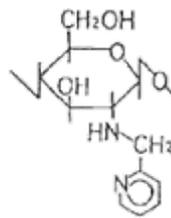
- 吸着剤；架橋キトサンであって、キトサン分子を構成するグルコサミンで表される単位を含み、エピクロロヒドリンで架橋されている化合物
- 被吸着溶媒；硝酸アンモニウム水溶液  
モリブデンPH3～4、タングステンPH1～5、バナジウムPH4～8で吸着する過程により各々の吸着した吸着剤を得る
- 脱離；塩酸溶液

（未公開の為、図は表示せず）

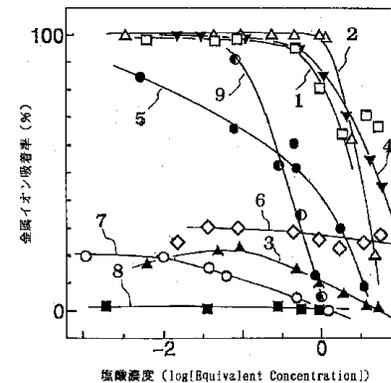
# 提案する回収法8

- 貴金属イオン捕集剤及びその製法
- 特許3236363（出願人：アサヒプリテック株式会社）
- 回収金属 **金、白金、パラジウム**

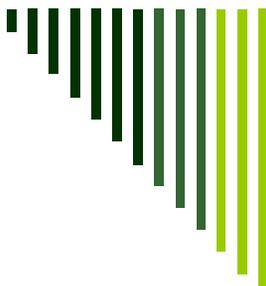
- イオン捕集剤；化学式3に示すピリジン環を含むグルコサミン誘導体
- 被捕集剤溶液；塩酸塩
- 塩酸濃度と捕集剤の関係；  
図1 塩酸濃度と**金、白金、パラジウム**の捕集度の違いによって分離する。ろ過アンモニア水で逆抽出



捕集剤



1;白金  
2;パラジウム  
3;金



# 本関連技術の特徴と産業上の有用性

## 特徴

- ★ 貴金属とベースメタル等の相互分離が可能
- ★ ワンステップで金属の回収・分離が可能
- ★ 化学的に安定であり、工業的な長期使用が可能 など

## 産業上の有用性

- ★ 設備初期投資が少ない
- ★ 既存設備への応用性・汎用性 など



# 想定されるパイロットプラント (私案)

- 攪拌翼の付いた反応缶 10立方メートル 2億円(抽出工程)
  - 破碎機(出来るだけ小さく破碎する) 0.5億円
  - デカンテーション装置 0.3億円
  - 分離させるタンク 0.3億円(逆抽出)
  - 電解精錬槽 0.3億円(純度を上げる)
  - 溶融炉 0.5億円(純度を上げる)
  - ランニング費用 0.5億円(主に労務費)
- 計 4.4億円**

次ページに装置の概念を示す、写真を見ればもっと投資が絞れるようにも思われる

## 設備

### 電解設備



電解処理施設一式



電解実験設備

### 溶解精錬設備



溶解精錬設備一式



# ビジネスプラン

## ・NTTドコモのデータをもとにビジネスが成り立つか試算

NTTドコモが回収した携帯電話340万台から

金128kg、銀377kg、パラジウム12kg、銅28769kg、その他コバルト、ニッケル  
(FujiSankeiBusiness 2008,11,19 )

金(300万円/kg)	3億8400万円
銀(41.2万円/kg)	1億5500万円
パラジウム(82万円/kg)	984万円
銅(0.07万円/kg)	2014万円
合計	5億6890万円
労務費(5人、20万円/月)	1200万円
減価償却費(定額)	4800万円
変動費(電気料等)	1000万円
粗利益	4億9890万円



## ビジネスプラン2

NTTドコモの回収をベースに考えたら粗利益が5億円  
→採算が取れるか金ベースで考える

経費(年間)	7000万円
相当金換算	23kg

23kgの金を回収すれば採算が取れることが分かる、  
事業化の目処がついたと考えられる。

# まとめ



- 金属等回収技術関連特許出願8件(発明者:馬場由成、出願人:国立大学法人宮崎大学、みやざきTLO)を用いた場合、従来より設備初期投資負担が軽減でき、12種の希少金属、貴金属が得られるといった効果を有する。
- 8件の特許出願を有するため、企業ニーズに即した選択性とパッケージにより、より効率的な貴金属等の回収効率が見込まれる。