

# バイオプロセスを用いた 次世代金属資源化の技術開発

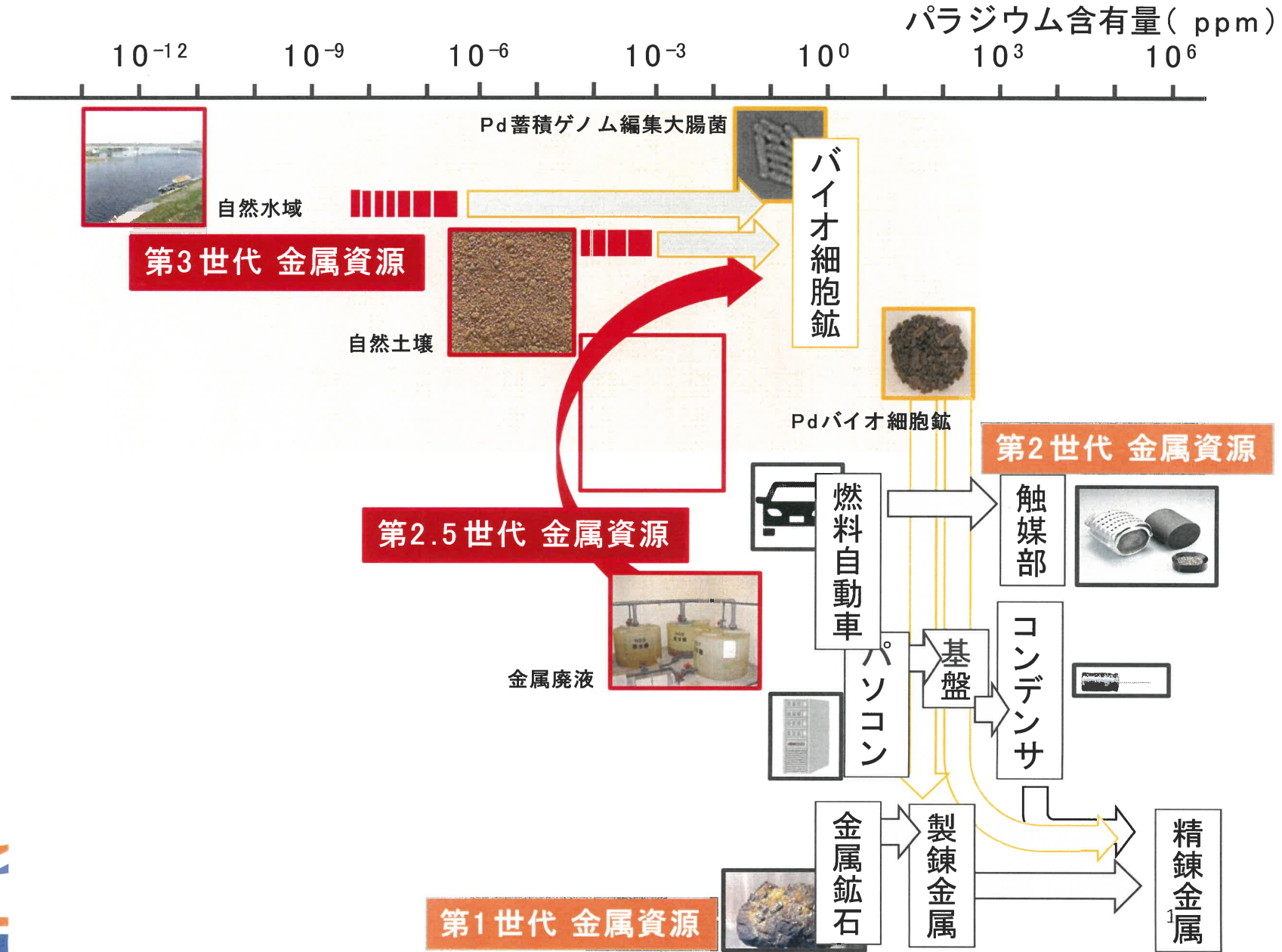
法政大学 生命科学部 生命機能学科  
教授 山本兼由

令和 4年 7月 28日

## 従来技術とその問題点

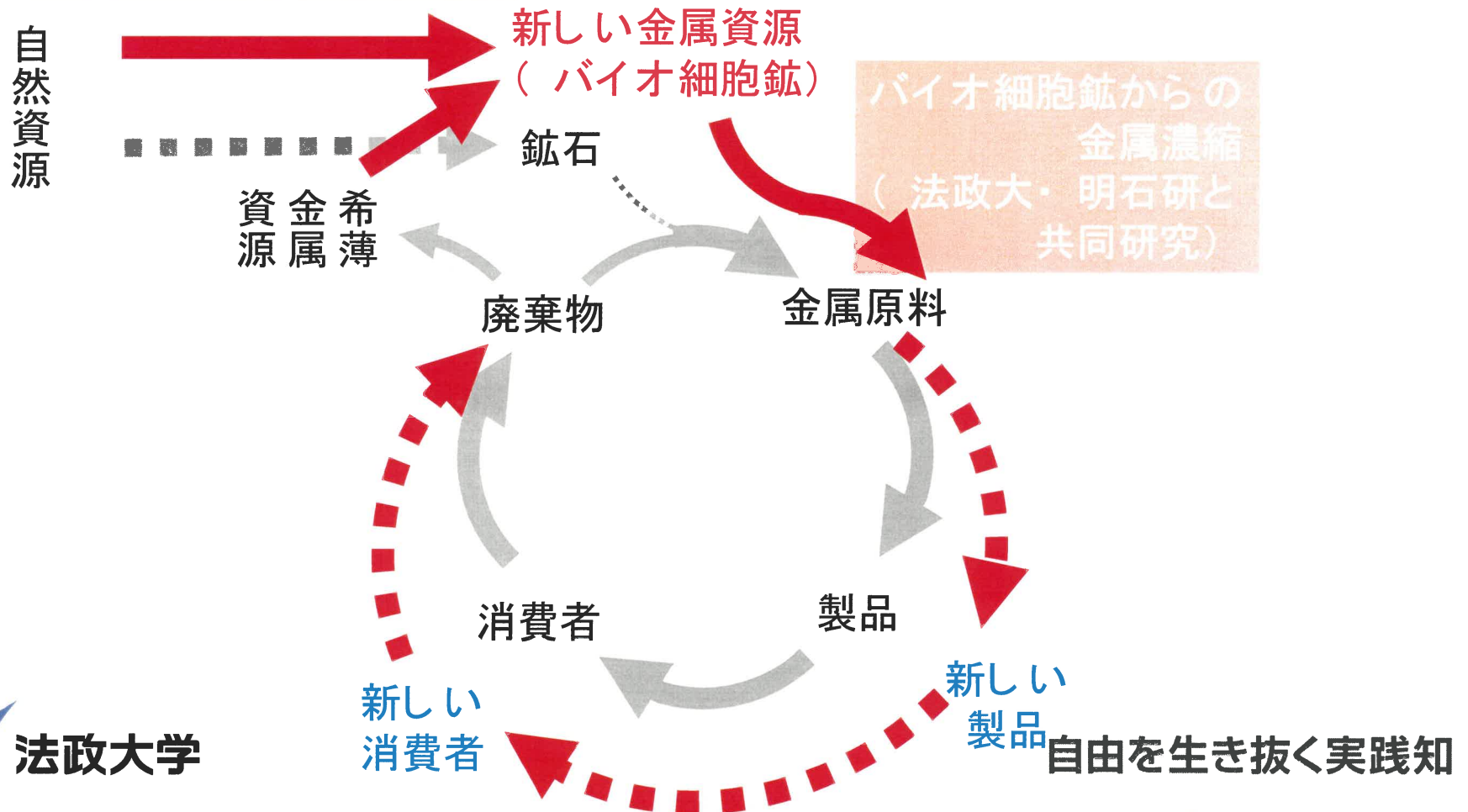
パラジウムは触媒などで利用される希少金属材料である。現存資源はppmオーダーで含有する鉱物（第1世代）と廃棄物（第2世代）であるが、ppmオーダー以下で含有する天然環境（第3世代）や産業廃液（第2.5世代）を資源化する技術はない。本技術は第2.5・3世代環境からパラジウム含有バイオ細胞鉱物の創出を目指す。

# 未利用希薄金属の資源化



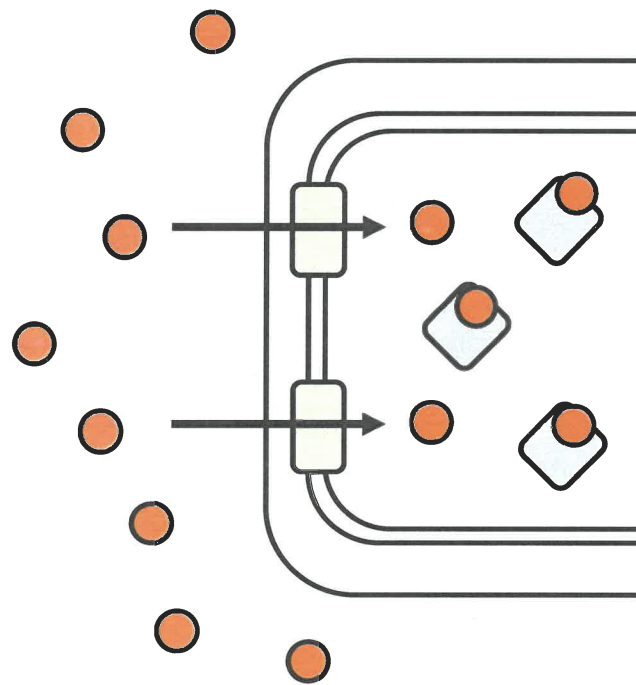
# 未利用希薄金属の資源化による サーキュラーエコノミーへの影響

未利用希薄金属の資源化

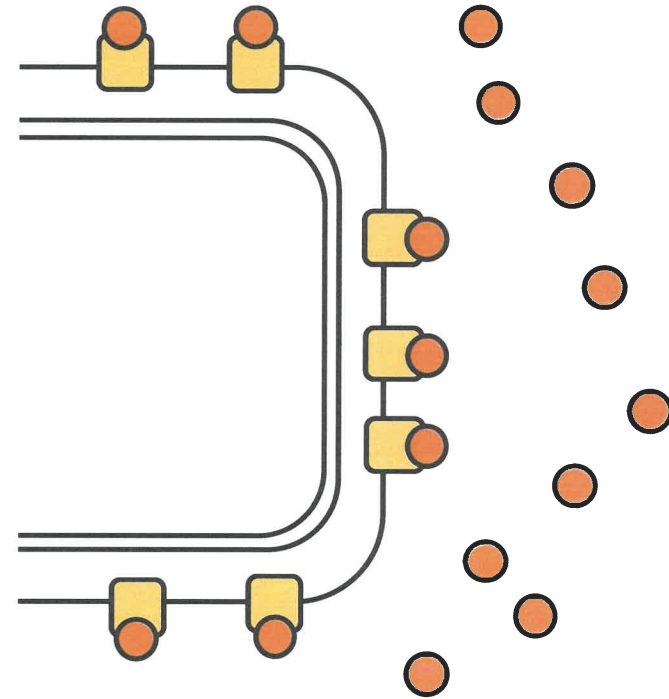


# 大腸菌を用いた バイオプロセスによる金属資源化

<バイオアキュムレーション>



<バイオソープション>



## 新技術の特徴・従来技術との比較

- 複数箇所のゲノム編集を簡便に行える新しいゲノム編集技術 (Homologous Sequence Integration法)
- ppmオーダーでパラジウムを含有するゲノム編集大腸菌
- パラジウム含有ゲノム編集大腸菌は他の貴金属含有量が極めて少ないパラジウム資源

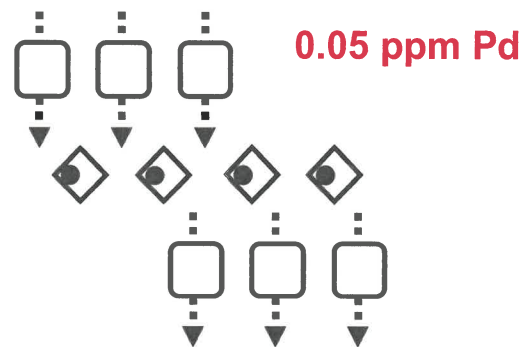
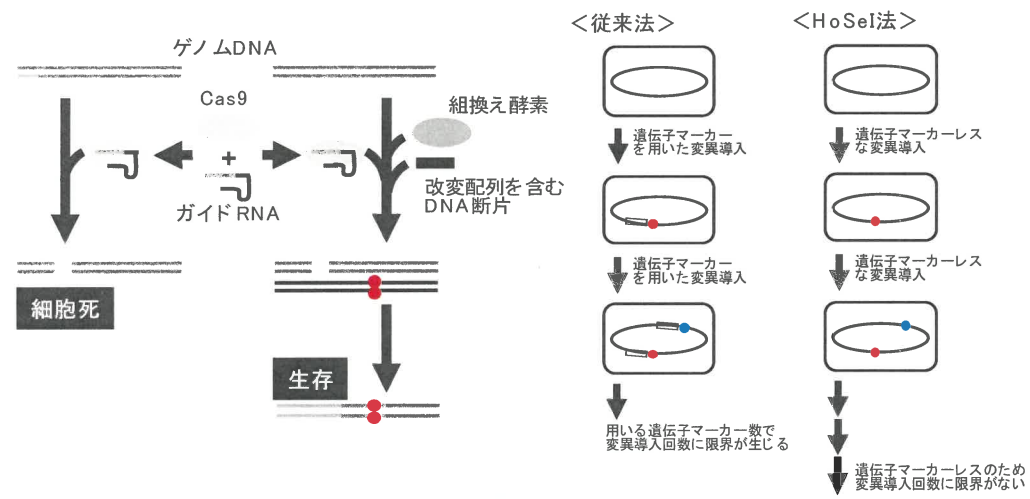
# 本技術の2つの特徴

## 大腸菌のPd恒常性ゲノム機能の解析

パラジウム存在下における大腸菌ゲノム解析

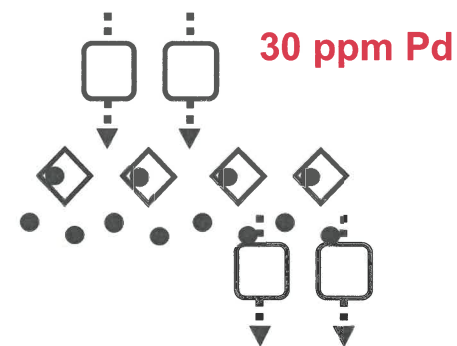
- ・ トランスクリプトーム
- ・ プロテオーム
- ・ メタボローム

HoSel法によるPd蓄積株の創出



遺伝子機能のゲノム編集

遺伝子機能のゲノム編集



# 従来技術との比較：含有貴金属

資源	主な構成	Rh	Ru	Pd	Ir	Os	Pt	Ag	Au (ppm)
パラジウム鉱	SiO <sub>2</sub>	0.4	0.1	5	0.2	0.2	4	NA	NA
都市鉱 [電子製品]	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	NA	NA	2	NA	NA	NA	130	11.2
都市鉱 [自動車]	Fe / Al	1.2	NA	7.5	NA	NA	4.2	NA	NA
本技術 [乾燥大腸菌]	C <sub>n</sub> H <sub>n</sub> O <sub>n</sub> N <sub>n</sub>	3*10 <sup>-4</sup>	1*10 <sup>-3</sup>	30	0*10 <sup>-5</sup>	0*10 <sup>-5</sup>	5*10 <sup>-3</sup>	NA	NA

NA はデータなしを示す。C<sub>n</sub>H<sub>n</sub>O<sub>n</sub>N<sub>n</sub> は有機化合物を示す。0\*10<sup>-5</sup> は検出限界値を示す。

# 従来技術との比較：供給量

資源	Pd 含有量	供給 Pd 資源量 (精錬 Pd 供給量)	資源由来
パラジウム鉱	~5 ppm	10,000,000 t (54 t)/国内/年	輸入
都市鉱 [電子製品]	~20 ppm	150,000 t (3 t)/国内/年	廃棄品
都市鉱 [自動車]	~7.5 ppm	3,200,000 t (24 t)/国内/年	廃棄品
本技術 [現状]	~30 ppm	~0.1 kg (3 mg)/システム/年	[培地成分]
本技術 [本提案]	~100 ppm	~1.8 t (~0.2 kg)/システム/年	[改良培地成分]/廃液/土壌
本技術 [将来]	~100 ppm	~40 t (~4 kg)/システム/年	[改良培地成分]/廃液/土壌

## 想定される用途

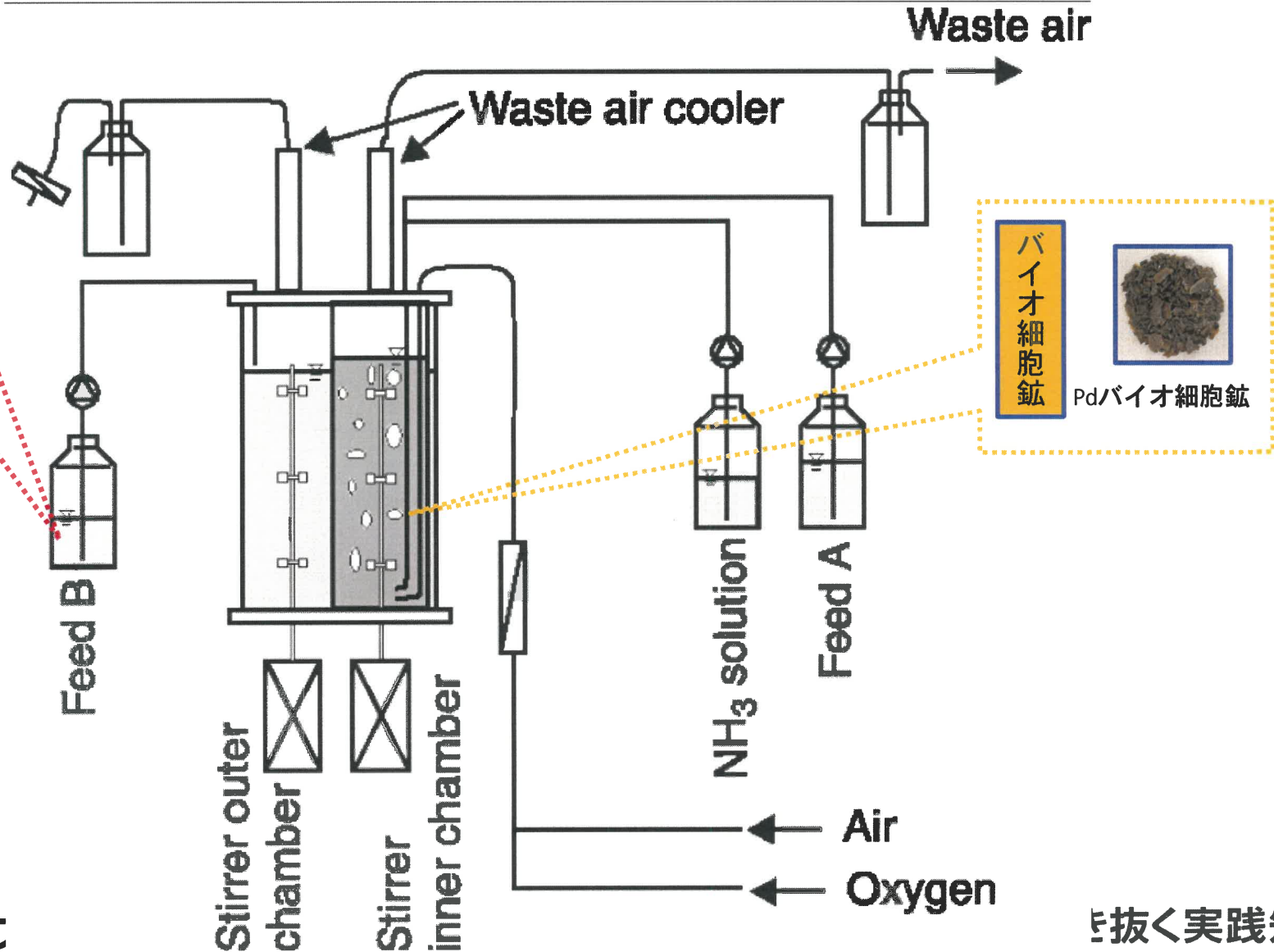
- 希薄パラジウム含有産業廃液からのパラジウム回収
- 希薄有価金属含有産業廃液からの有価金属回収
- 未利用な希薄金属含有環境からの金属資源創出

# 想定される金属資源化システム

第2.5世代 金属資源



第3世代 金属資源



## 実用化に向けた課題

- 現在、希薄Pd含有環境からPd鉱石レベルまで濃縮できるバイオ細胞鉱が開発済み。しかし、生産量が問題である。
- 今後、段階的なスケールアップによる大量生産のシステム構築を行っていく。
- 実用化に向けて、新しいPdバイオ細胞鉱を原料としてPd濃縮する技術の確立も必要。

## 企業への期待

- 未解決の生産量については、発酵工学の技術により克服できると考えている。
- 希薄貴金属含有廃液を有効活用したい企業との共同研究を希望。
- また、細胞培養工学を開発中の企業、新しい金属資源工学への展開を考えている企業には、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:白金族金属を蓄積する微生物
- 出願番号:PCT/JP2021/042757
- 出願人:学校法人法政大学
- 発明者:山本兼由ら
  
- 発明の名称:金属の回収方法、並びに金属回収用担体及びこれを用いた金属の回収用バイオリクター
- 公開番号:WO2018/203539(出願番号:特願2019-515727)
- 出願人:学校法人法政大学
- 発明者:山本兼由ら

# 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称:組換え微生物
- 特許登録番号:特許第6432818号
- 出願人:学校法人法政大学
- 発明者:山本兼由

## 産学連携の経歴

- 2009年-2012年 味の素(株)と共同研究実施
- 2011年 JST研究成果最適展開支援プログラム・探索タイプ事業に採択
- 2013年 JST研究成果最適展開支援プログラム・探索タイプ事業に採択
- 2015年-2017年 民間化学企業と共同研究実施
- 2019年 JKA「研究補助」 寄付研究事業に採択
- 2022年 田中貴金属財団 奨励賞 寄付研究

# お問い合わせ先

法政大学 研究開発センター  
リエゾンオフィス

TEL 042-387-6501

FAX 042-387-6335

e-mail:liaison@ml.hosei.ac.jp