

# 新環境バイオテクノロジー

平成19年9月6日

奈良先端科学技術大学院大学 バイオサイエンス研究科  
新名 惇彦

## 21世紀のキーワード：持続可能な発展

人口、食料、エネルギー、環境

---

**BT戦略大綱**（内閣府、平成14年12月）

**「生きる」、「食べる」、「暮らす」の向上**

**「バイオテクノロジーを活用して、環境の保全、修復を図ります」**

---

### 地球規模の環境問題

- |             |   |
|-------------|---|
| <b>大気環境</b> | 大気組成変化(CO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 、SO <sub>x</sub> 、O <sub>3</sub> 、CH <sub>4</sub> )、酸性雨 |
| <b>土地環境</b> | 土壌侵食、砂漠化、地力低下、土壌汚染  |
| <b>水圏環境</b> | 富栄養化、地表水・地下水汚染、水質劣化   |
| <b>生物環境</b> | 絶滅生物種の急増、植生帯・動物相の移動、生物生産力の変動  |

### 深刻な健康被害

## 「汚水の中に沈む」中国

中国各地で深刻な健康被害が起きている。汚水が河川や地下水を汚染し、人々が汚れた水を飲むことで、悪影響が及ぼされている。中国各地の都市では、汚水が河川や地下水を汚染し、人々が汚れた水を飲むことで、悪影響が及ぼされている。中国各地の都市では、汚水が河川や地下水を汚染し、人々が汚れた水を飲むことで、悪影響が及ぼされている。

**工業用水の1/3、生活用水の90%  
が未処理で河川湖沼へ**

**地下水の97%が汚染**

**3億6千万人が  
安全な飲用水を得られない**

**悪性腫瘍、死産が増加**

**農業工場、鉛工場周辺で暴動**

**石油化学工場爆発事故（11月13  
日）でニトロベンゼンが日本海へ**

**産経新聞（2005, 12, 6）**

### 限りある地球の資源

資源	埋蔵量	可採年数（年）
原油	$6.3 \times 10^{21}$ J	47
天然ガス	$5.0 \times 10^{21}$ J	65
石炭	$21.7 \times 10^{21}$ J	204
オイルシェール	$0.8 \times 10^{21}$ J	590
鉛	12,500 万ton	22
スズ	428 万ton	23
銀	43,545 万ton	30
金	4,821 万ton	31
亜鉛	29,500 万ton	41
銅	56,000 万ton	53
リン	1,400,000 万ton	50

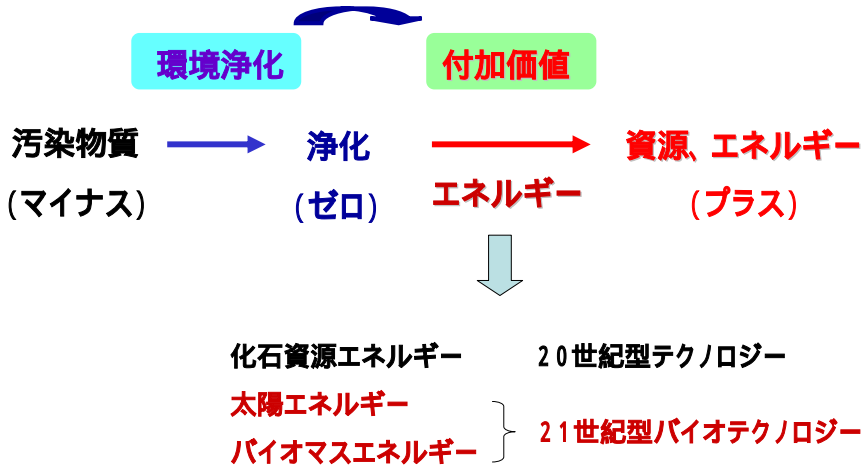
**使用すれば  
消滅**

**使用しても  
地球上に  
ある**

||

**重金属汚  
染物質**

# 新環境バイオテクノロジー



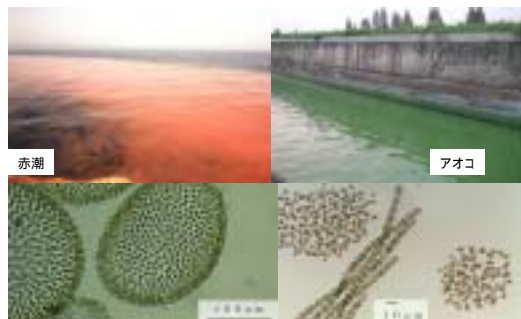
## 日本の貿易不均衡



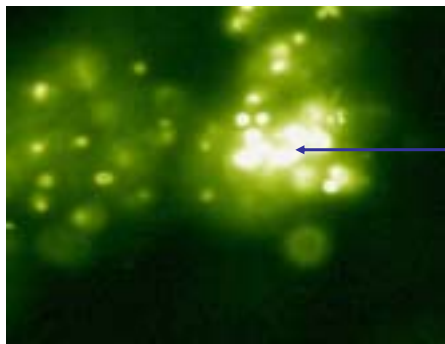
### 元素(C, O, H, N, P, Metal)の移動

**富栄養化** 年間施肥量に匹敵する窒素、リンが輸入食料から

**重金属汚染** カドミウム、鉛、有機水銀、6価クロム、セレンほか

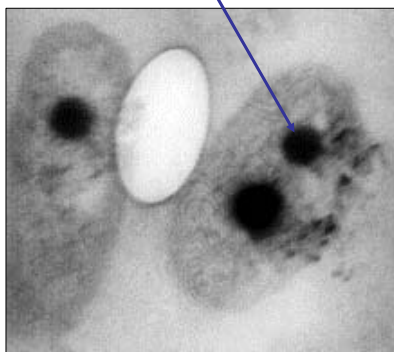


# 下水余剰汚泥からリンの回収

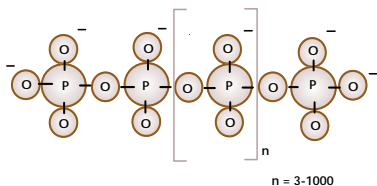


蛍光顕微鏡像

ポリリン酸顆粒

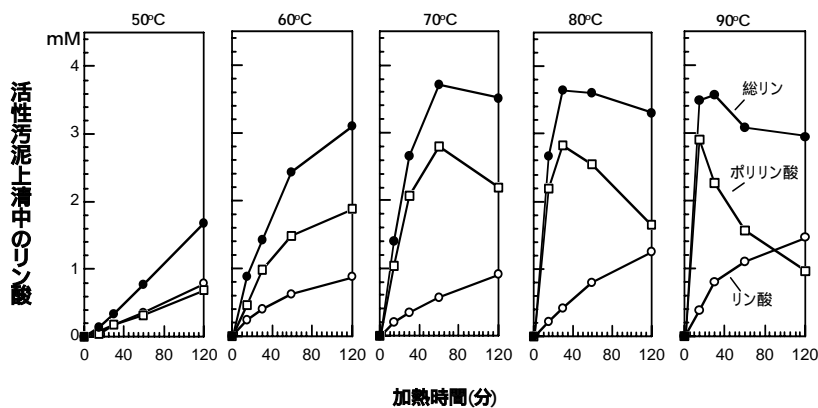


透過型電顕像



70、30分処理で細胞外に！

大竹(阪大)、黒田(広大)教授

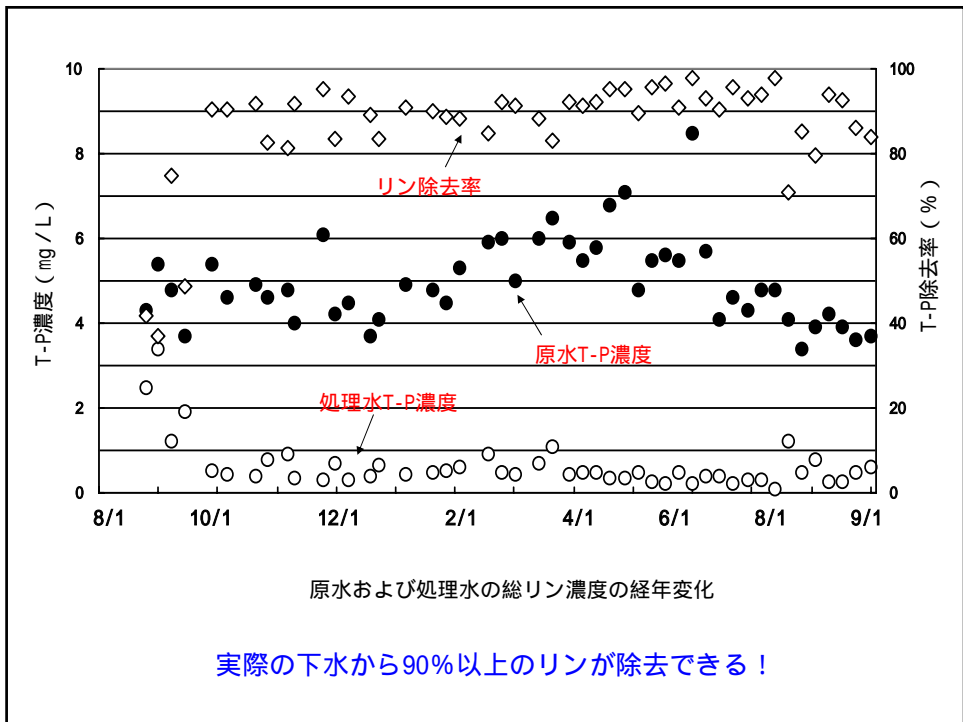


コロンプス卵！

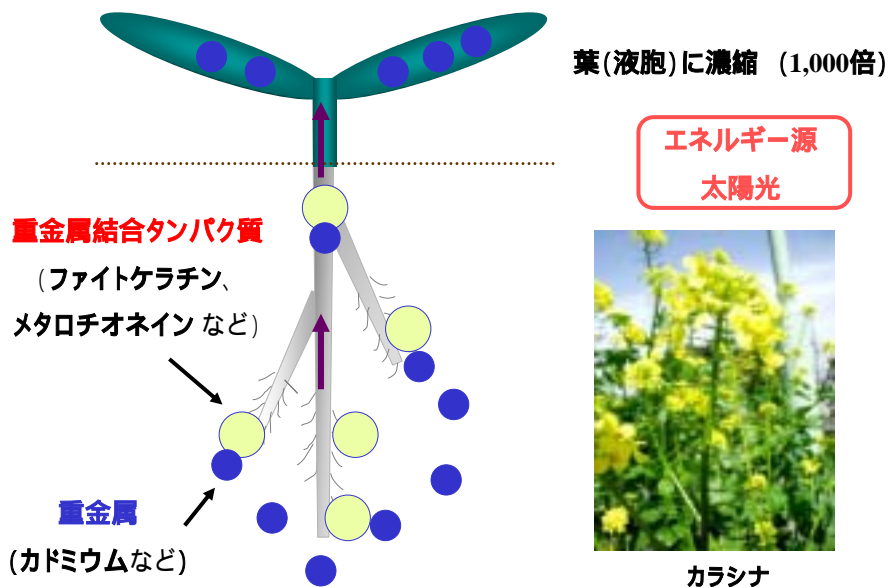
誰も加熱するだけでポリリン酸が分離できると考えた人はいなかった。



平成10年度NEDO即効型提案事業



## Phytoremediation 植物による重金属の除去・回収



## レアメタルを巡る問題

### レアメタル

- 存在量が少なく、技術的・経済的に採掘・精錬が困難な物質
- IT・宇宙・自動車・原子力等ハイテク産業の発展で使用量急増

ex. 液晶パネルの透明電極 = In HDD等の小型精密モーター : Nd  
他、Se, Te, Ga, Ge 等 31 鉱種

### 【新しい環境汚染問題】

- 水質環境基準・土壤環境基準等の規制強化  
Cr, As, Se, B, Ni, Mo, Sb, Mn等

### 【資源枯渇の可能性】

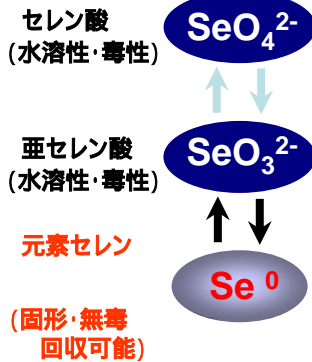
- 資源産出国による困り込み
- 市場価格の高騰と供給の不安定化



回収・処理のニーズ増大

# セレン代謝微生物

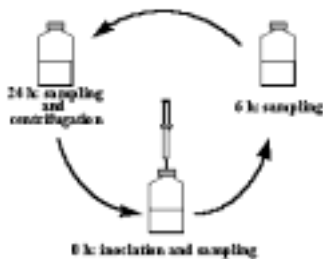
- \* 埋蔵量7万トン 可採年数 33年 \* 凝集剤による回収は非現実的
- \* 高コスト(約1,250円/m<sup>3</sup>の処理費)
- \* 排水中の溶解性Se(セレン酸・亜セレン酸)を還元し、元素態Seとして不溶化・濃縮する微生物
- As, Te 酸化物還元微生物、Fe, As 酸化微生物等も取得



セレン酸還元菌 *Bacillus* sp. SF-1



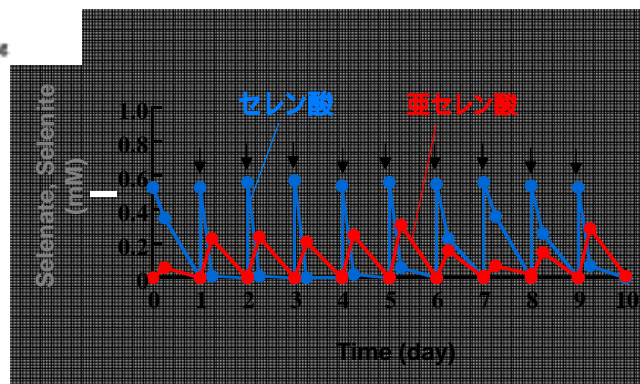
## 連続回分運転によるセレン廃水処理



安定した処理とセレン100%回収

売却益を含めると約200円/m<sup>3</sup>の利益

連続回分運転



大阪大学環境工学  
池 道彦教授



深刻な海洋・河川汚染、養殖場汚染

多様な汚れへの対応必要

藻類、ミネラル、リン、窒素……

- ポリグルタミン酸 (PGA)



発酵大豆食品(納豆)の粘り成分

食品微生物を利用した発酵生産

大量生産及び安全性確保

超高分子量体(分子量 200万)

化学架構により膨潤度1万倍

生分解性凝集ゲル

モデル汚水の凝集テスト(添加1分後)



無添加

PGAのみ

PGAゲル

ゲル化により凝集機能発現

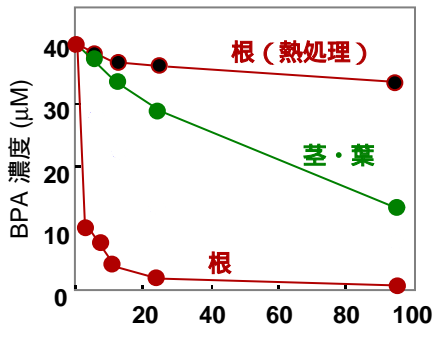
ゲル1グラムで10 Lの水を浄化

資源の濃縮、回収

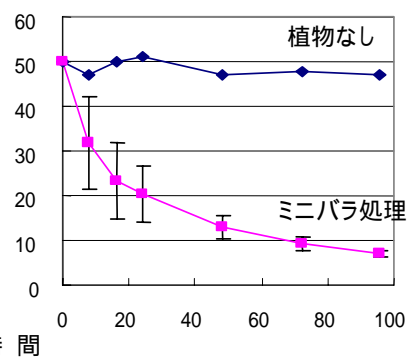
植物による環境ホルモン、ビスフェノールAの分解



ポーチュラカ(関西電力:環境浄花)

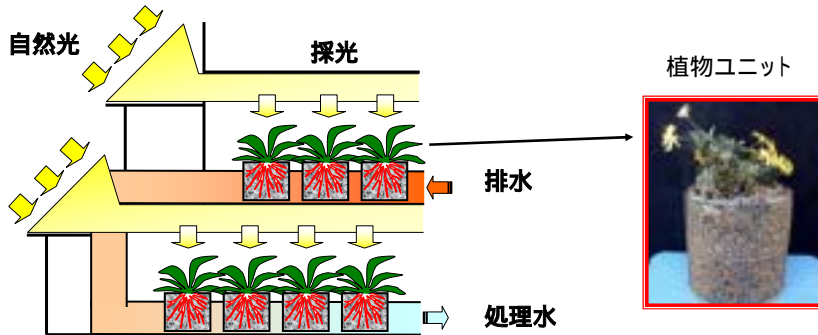


ミニバラ (吉田和哉)





## リサイクル濾材と植物を利用した高度廃水処理システム



半閉鎖系栽培システム: 遺伝子組換え植物も可能

濾材: 人工ゼオライト、間伐材炭・竹炭、廃棄貝殻など

環境ホルモン: 濾材吸着濃縮 植物による吸収、分解

メリット: 省エネルギー、低コスト、  
遺伝子組換え植物で多様な汚染物質に対応

NEDO地域コンソーシアム

開発研究(2005 - 2007)

(奈良先端大 吉田和哉他)

## ホテイアオイ *Eichhornia crassipes*

南アメリカ原産の単子葉水生植物

旺盛な生育: 106 トン(乾物)/ヘクタール/年



富栄養化した水圏の浄化



窒素、リンの回収



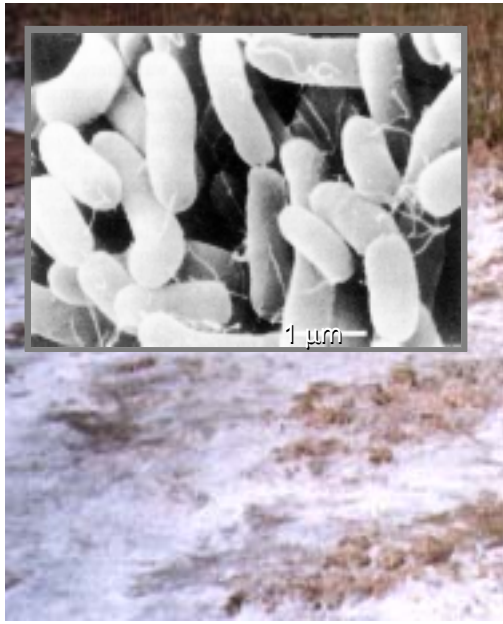
バイオマス生産



バイオエタノール生産

提案: 大和川、淀川、琵琶湖の浄化とエネルギー生産

## タイ東北部の塩類集積土壌から単離した高塩性細菌



*Halomonas elongata* OUT30018

形態: 鞭毛をもつ桿菌

生育条件

NaCl濃度: 0.3 – 21%

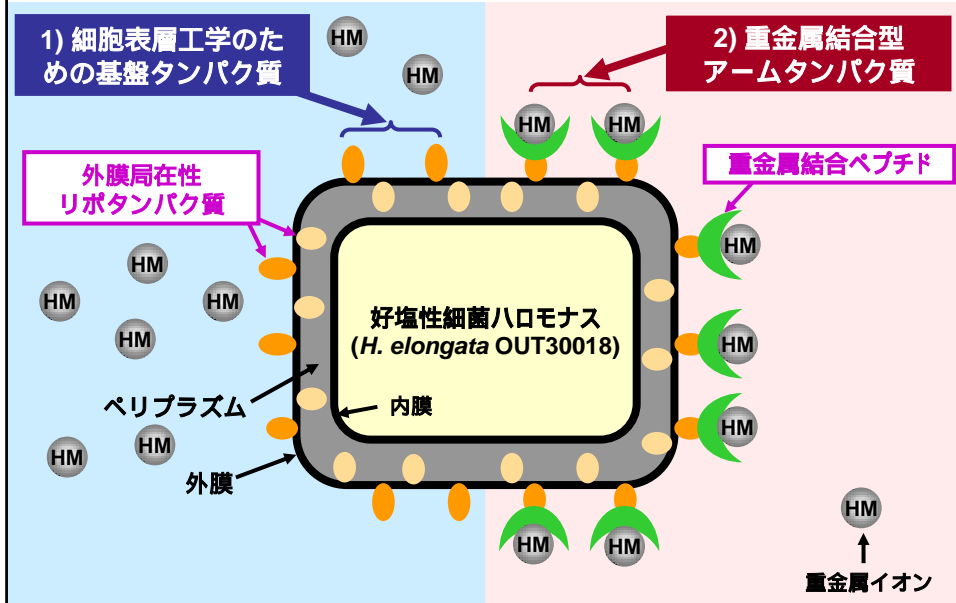
温度: 5 – 45°C

pH: 5 – 10

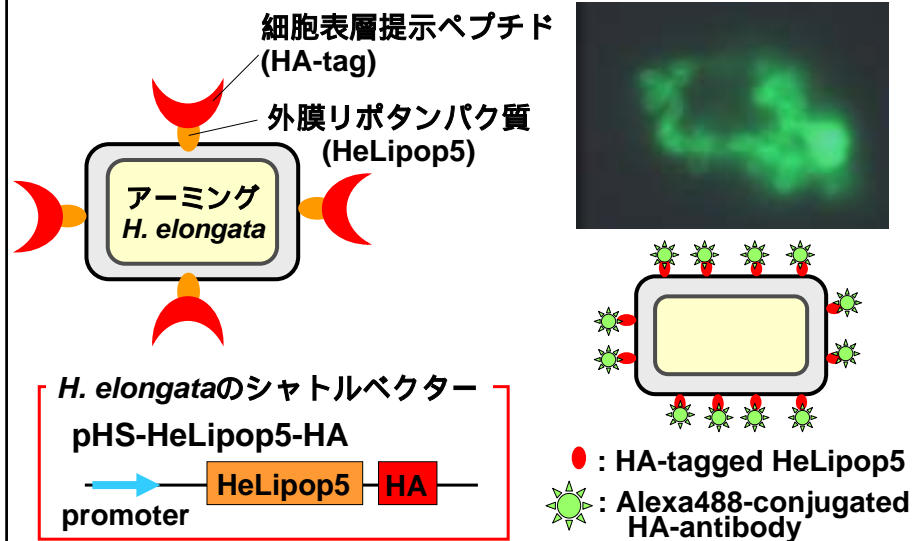
## 塩類集積環境における重金属浄化 アーミングハロモナスの開発



仲山英樹



## 外膜リポタンパク質を利用してペプチドを細胞表面に提示したアーミングハロモナス細胞の作製



## 究極の環境問題: 海洋汚染

生命を育んだ海が悲鳴を上げている！

- 海洋微生物、微細藻類による重金属の除去回収、環境ホルモン等、汚染物質の分解
- 固定化バイオリアクターの活用
- 海産性クロレラ、耐塩性スピルリナ、耐塩性細菌ハロモナス
- 混濁物をポリ-γ-グルタミン酸で凝集・回収
- 耐塩性活性汚泥

汚染状況の調査研究、海洋生物のゲノム解析

## まとめ

- 環境問題を逆手に取り、資源の回収と活用
  - エネルギーは太陽およびバイオマスから  
(バイオテクノロジーの意義)
  - 遺伝子組換え技術の可能性を最大限に追求
- 環境を守ろうという心を各人が持つことが基本