

グリーンイノベーションに向けたナノテク・ 材料分野研究者の役割

東京大学大学院 橋本 和仁

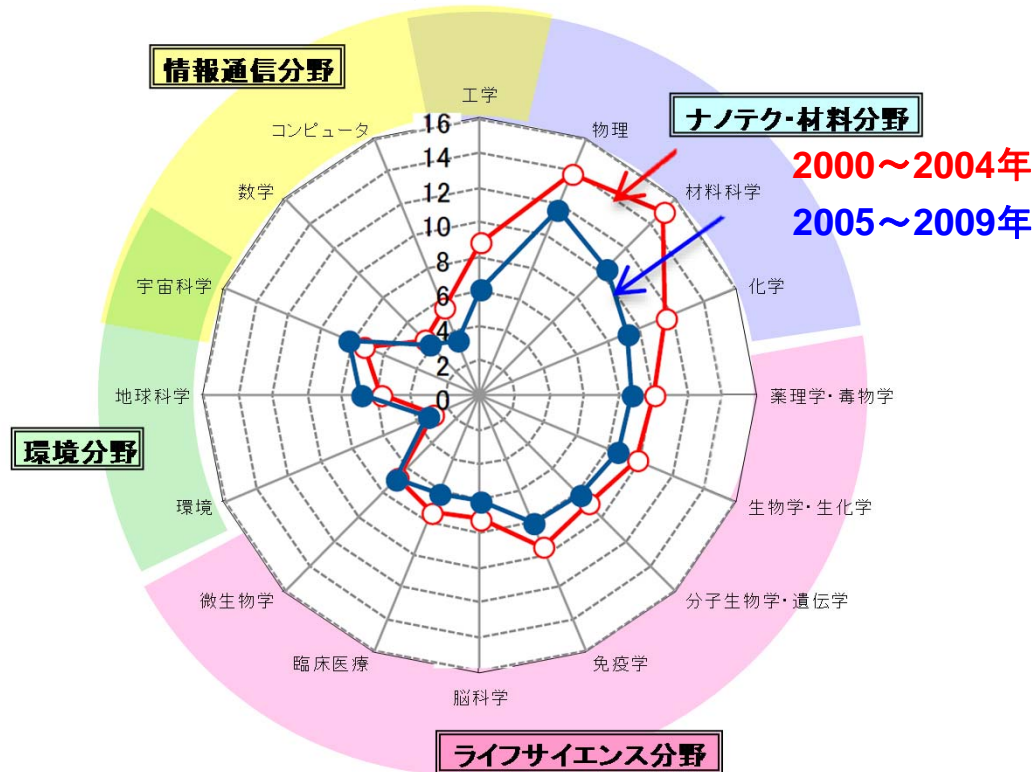
ERATO 光エネルギー変換システムプロジェクト 総括責任者

ALCAプロジェクト プログラムディレクター

強い日本のナノテク・材料分野

🗨️ 日本の世界的な研究論文被引用数(上位1%)では、ナノテク・材料分野が最大

日本の論文被引用数の分野別比較(2000-2009)



産業構造審議会産業技術分科会研究開発小委員会
(第34回)配付資料より (経済産業省作成)

- ✓ 日本の機関が世界のトップ5位以内にいる分野は、**材料科学、物理学、化学、生物学・生化学、免疫学**の5分野
- ✓ 右表に掲げた2領域以外については、世界20位以内に免疫学領域および物理学領域で2機関、生物学・生化学領域で1機関。

研究機関ランキング(2001-2011)

材料科学(696機関)

| 順位 | 世界順位 | 機関名 | 被引用数 |
|----|------|--------------|--------|
| 1 | 3 | 東北大学 | 48,269 |
| 2 | 4 | (独)物質・材料研究機構 | 45,697 |
| 3 | 7 | (独)産業技術総合研究所 | 41,296 |
| 4 | 15 | 大阪大学 | 31,420 |
| 5 | 19 | 東京大学 | 29,775 |
| 6 | 23 | 京都大学 | 25,741 |
| 7 | 24 | (独)科学技術振興機構 | 25,592 |
| 8 | 28 | 東京工業大学 | 24,478 |
| 9 | 56 | 九州大学 | 16,146 |
| 10 | 89 | 北海道大学 | 12,489 |

化学(1,047機関)

| 順位 | 世界順位 | 機関名 | 被引用数 |
|----|------|--------------|---------|
| 1 | 4 | 京都大学 | 156,826 |
| 2 | 5 | 東京大学 | 147,764 |
| 3 | 12 | (独)科学技術振興機構 | 108,596 |
| 4 | 13 | (独)産業技術総合研究所 | 103,849 |
| 5 | 14 | 大阪大学 | 103,685 |
| 6 | 20 | 東北大学 | 87,507 |
| 7 | 27 | 東京工業大学 | 82,656 |
| 8 | 45 | 九州大学 | 63,415 |
| 9 | 50 | 名古屋大学 | 62,125 |
| 10 | 58 | 北海道大学 | 57,543 |

「論文の引用動向による日本の研究機関ランキング」(2012年4月17日 トムソン・ロイター社発表)より

アカデミアに寄せられる不満

研究力が産業力につながらない !!!



産業界サイドから

- 自分の興味だけでなく現実に目を向けた研究もやってほしい
- 金儲けのことや企業と同じような製品開発研究など行わず、技術の基盤となる本質的なことをやってほしい
- 自分の後継者を育てるだけではなく、幅広い知識を持つリーダーを育ててほしい



行政サイドから

- 学者は自分の興味だけで研究しており、彼らの成果 はほとんど社会の役に立っていない
- 日本の将来、人類の将来に科学・科学技術で貢献するといった意気込みを持っていないのか!

学者は自分の狭い専門分野(特に基礎研究)だけに興味を持っており、役に立たないという批判

なぜ優秀人材は基礎研究分野にのみ興味を持つのか？

学問 ⇒ ディシプリン ⇒ 一般化

⇒ 質の高い学術誌 ⇒ 優秀人材との国際競争

社会が求める技術(例えばグリーン) ⇒ 具体的 ⇒ 各論

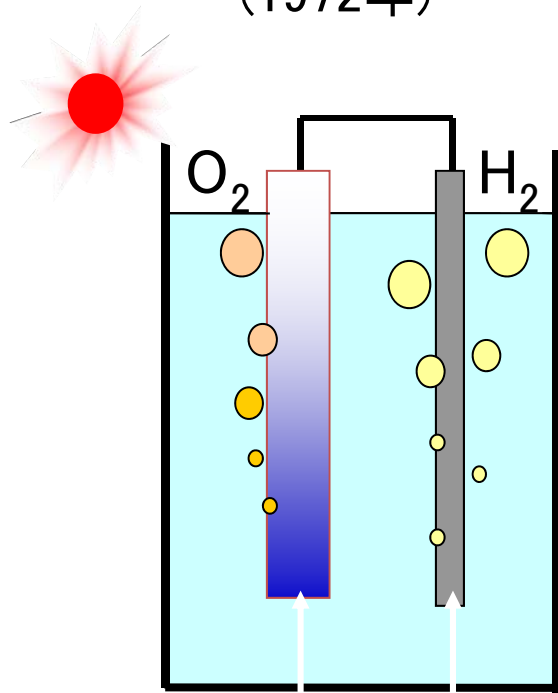
⇒ 学術的価値は低い ⇒ 良い学術誌に掲載されるのは困難

その結果

- ・基礎研究において**ボトム側(より基礎側)に優秀人材が偏在**
- ・多くの優秀人材は基礎研究成果の積み上げで出口につながると思い込んでおり、自分の責任はそこまでで十分と考えている。
- ・自分は応用研究に向いていないし、応用研究は基礎研究に比べて面白くない(独創性は必要ない)と考えている。

酸化チタンの建築材料への応用

本多・藤嶋効果
(1972年)

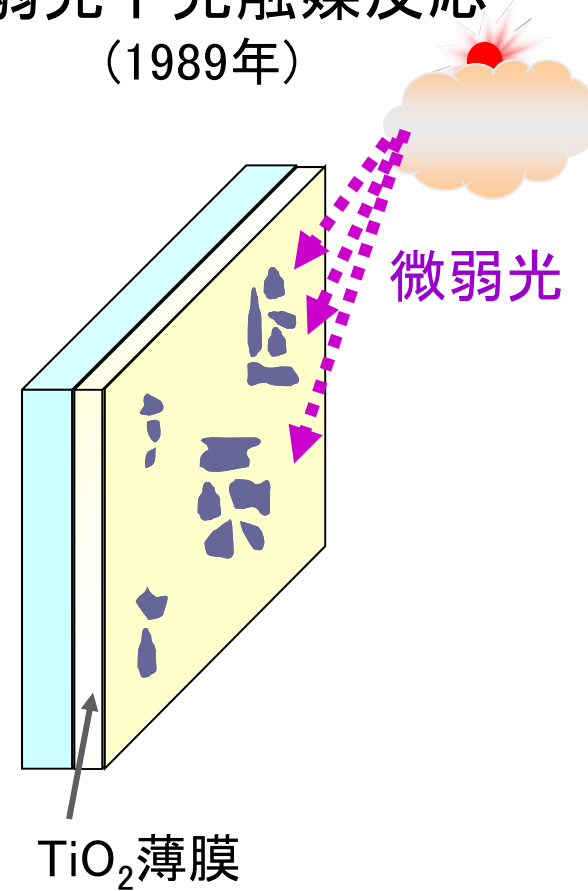


TiO₂電極 白金電極
水の光分解

東大はトイレが汚
かった！(1989)

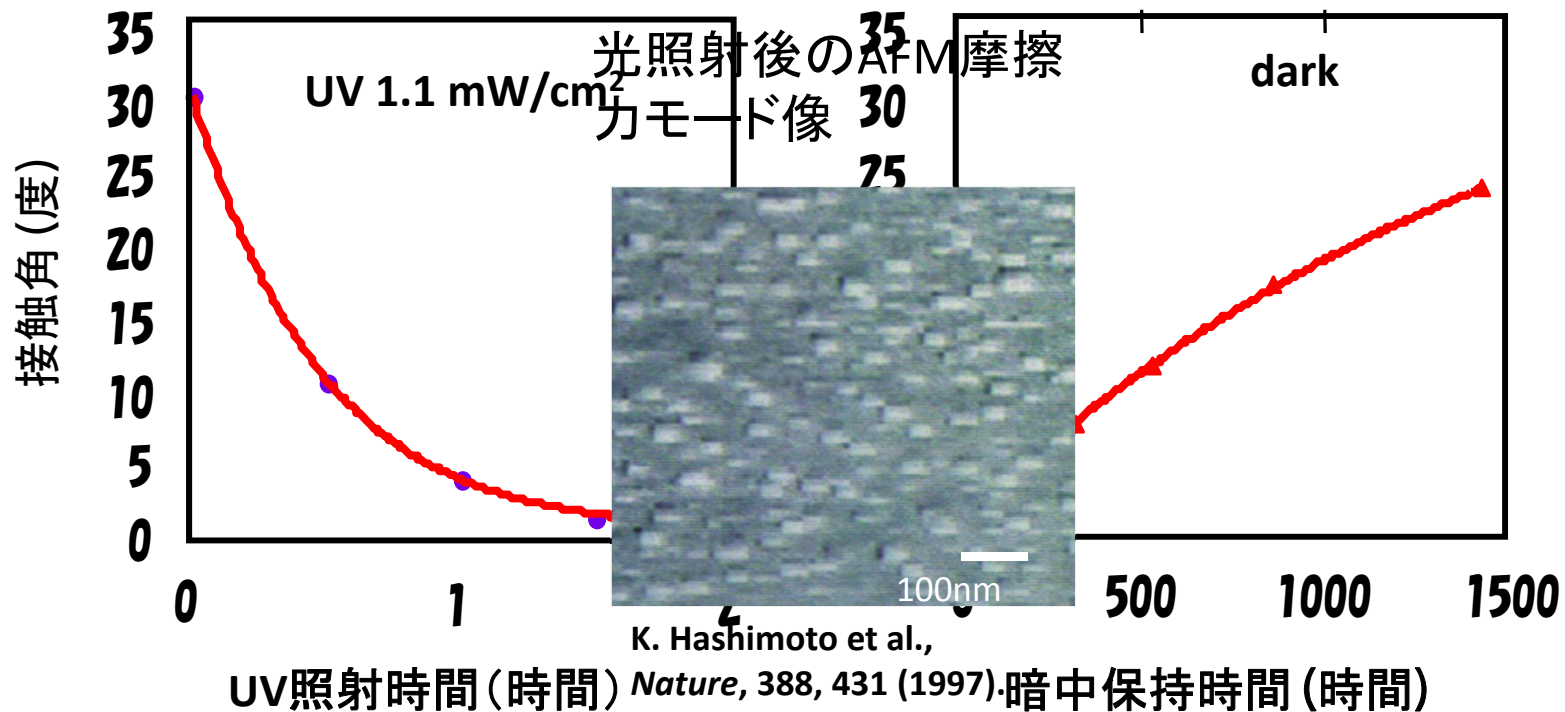
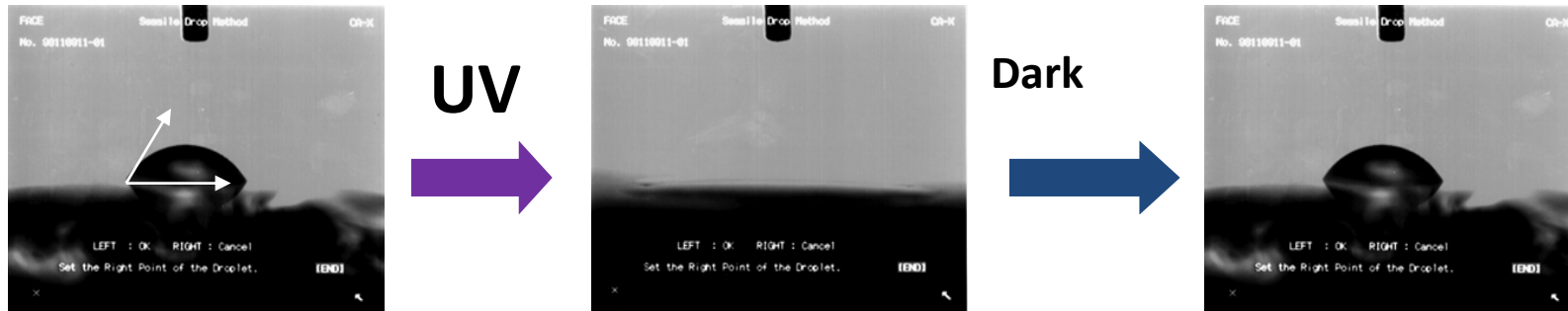


微弱光下光触媒反応
(1989年)



汚れ・細菌の分解

酸化チタン表面での光誘起親水性



丸の内ビル



ダラスフットボール場



ルーブル美術館ピラミッド



中部空港



水耕栽培廃液



病院待合室(抗菌・抗ウイルス)



空港ロビー(抗菌・抗ウイルス)

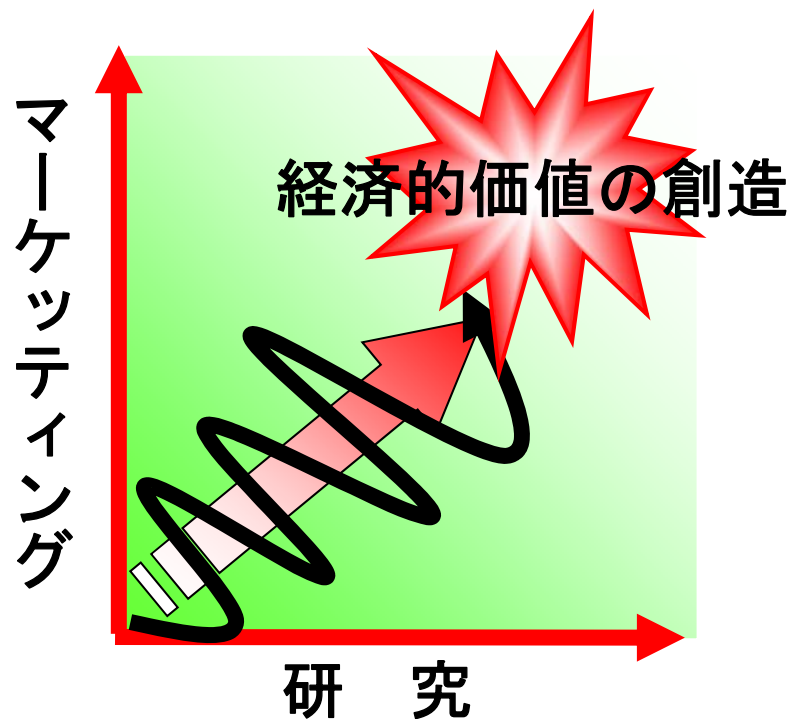
ポンピドーセンター



大気浄化(NOx低減)



科学的発見の経済・社会的価値への転換のために



光機能材料研究会 (1994年設立)

会長 藤嶋、代表幹事 橋本

法人会員 91社 (最多時は160社強)

講演会 2回/年 (学術中心、産業応用中心)

講習会 5回/年 (光触媒、関連技術講習)

会報 3回/年 (光触媒に関する情報)

人的ネットワーク

基礎

応用

製造プロセス マーケティング



光触媒研究で学んだこと

- 📍 基礎研究を専門としていた研究者にとっても応用研究も面白い
- 📍 一人では困難でも異分野研究者と協同作業することにより異なる分野に研究展開することはそれほど困難ではない
- 📍 社会的課題から研究を眺めることにより学問的価値の高い基礎研究課題に出会うことも多い

JST/ERATOプロジェクトへの応募(2006年)

テーマ: エネルギー科学 ⇨ 技術、そして産業へ

ナノテク・材料科学 (物理学・化学) **プラスα** ??? 新しいサイエンスを

分子生物学

📍 Dollyの誕生: 1996.7.5 (reported on 1997.2.22)

男がいなくても子供が産まれる!

📍 山中教授によるiPS 細胞:(reported on 2007.11.20)

男も女もいなくても子供を作れる! ?

分子生物学知識の爆発をライフサイエンス分野
だけでなくエネルギー分野へも !!

JST/ERATO 橋本「光エネルギー変換システム」プロジェクト

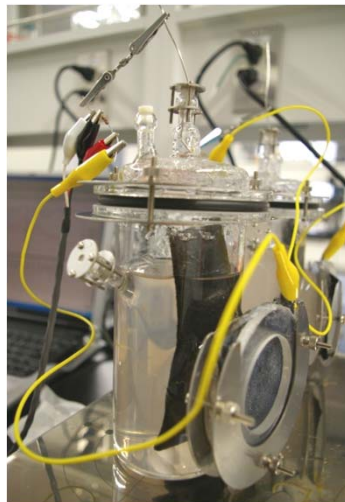
(2006年～2012年)

生き物を使うエネルギー変換
+

ナノテク・材料(物理化学、電気化学)

(1) 微生物燃料電池

- 📍 生きた微生物(電流発生菌)を触媒として用いる燃料電池

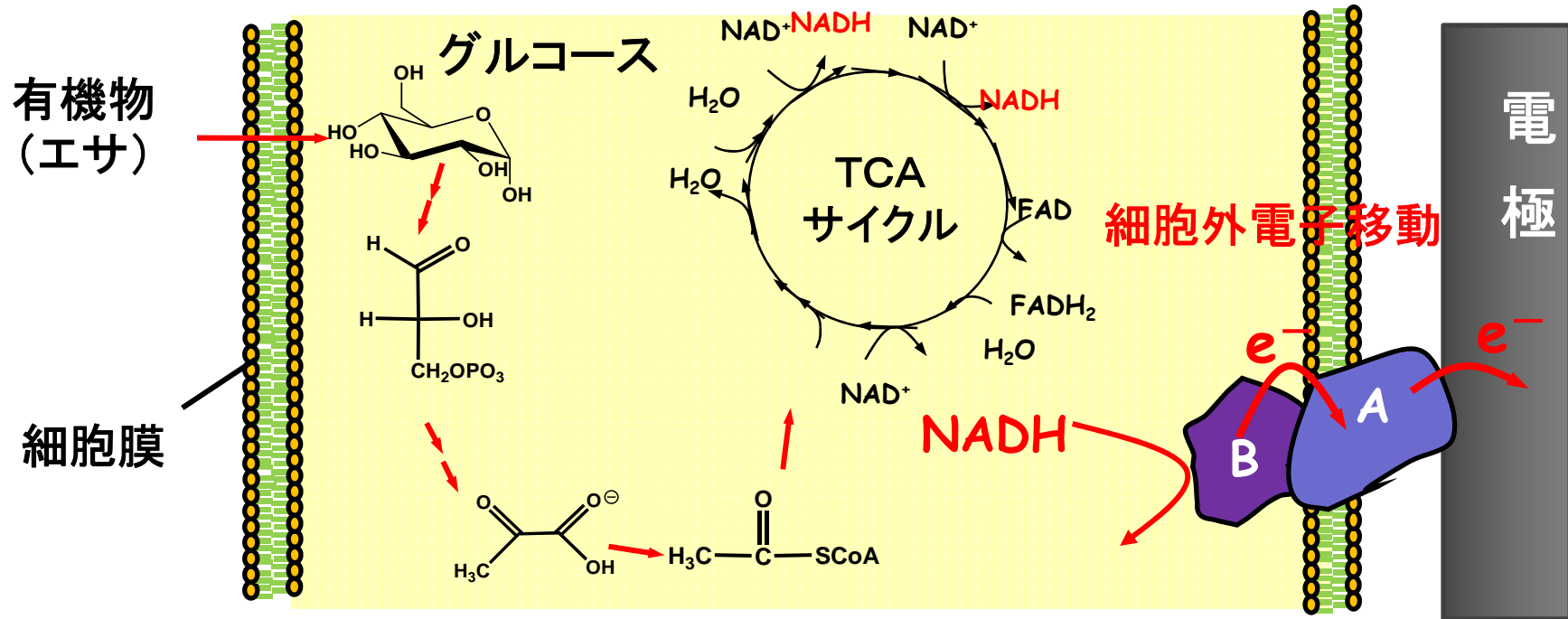


(2) 微生物太陽電池

- 📍 光合成微生物と電流発生微生物の共生
- 📍 植物と電流発生微生物の共生



微生物燃料電池



100年以上前から知られていた。しかし、得られる電力が小さすぎる...

電流生成菌

1990年代から単離
ゲノム解析

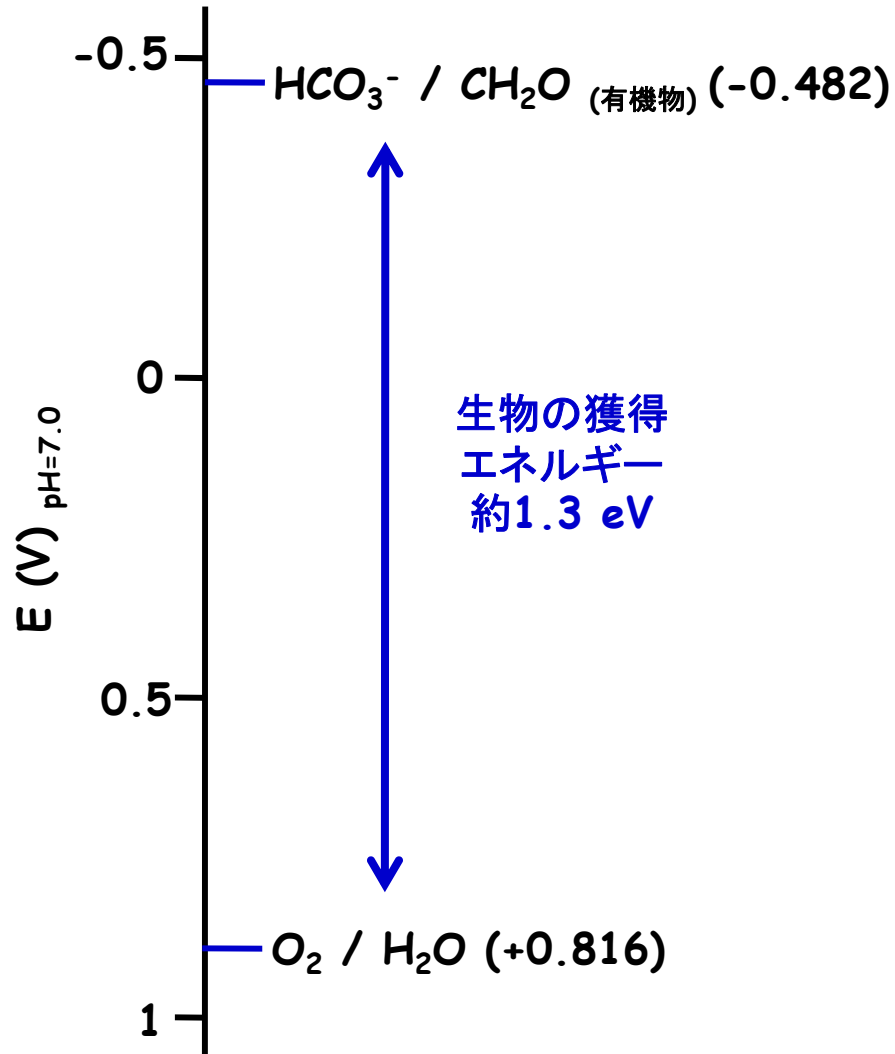
Shewanella (シュワネラ)
海底火山の近傍から採取



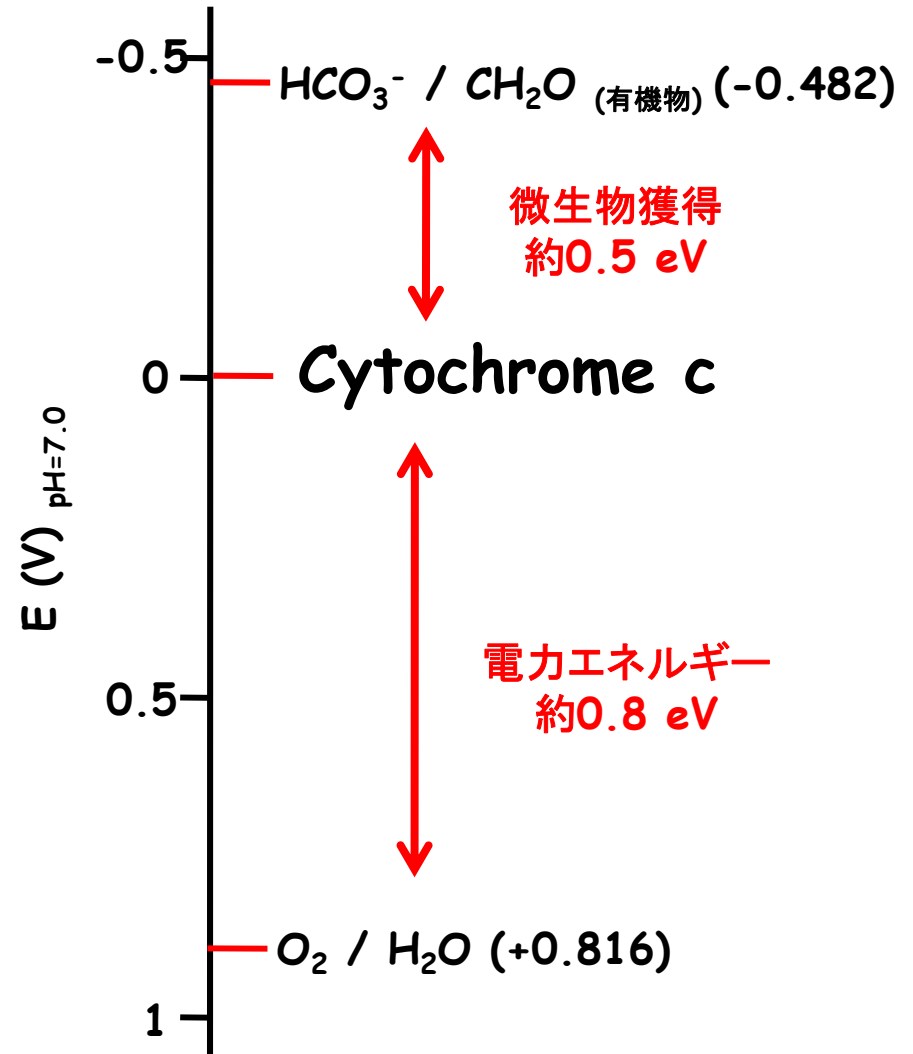
酸化鉄を用いて呼吸

エネルギーダイアグラム

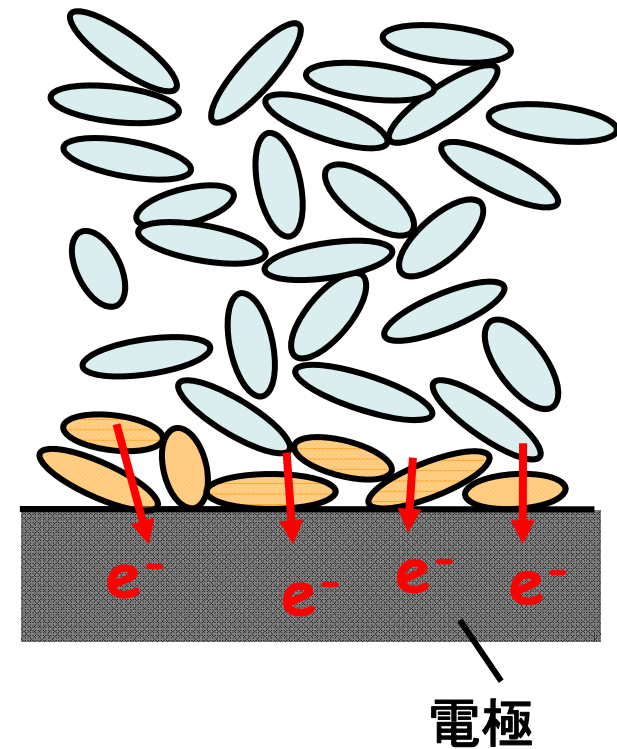
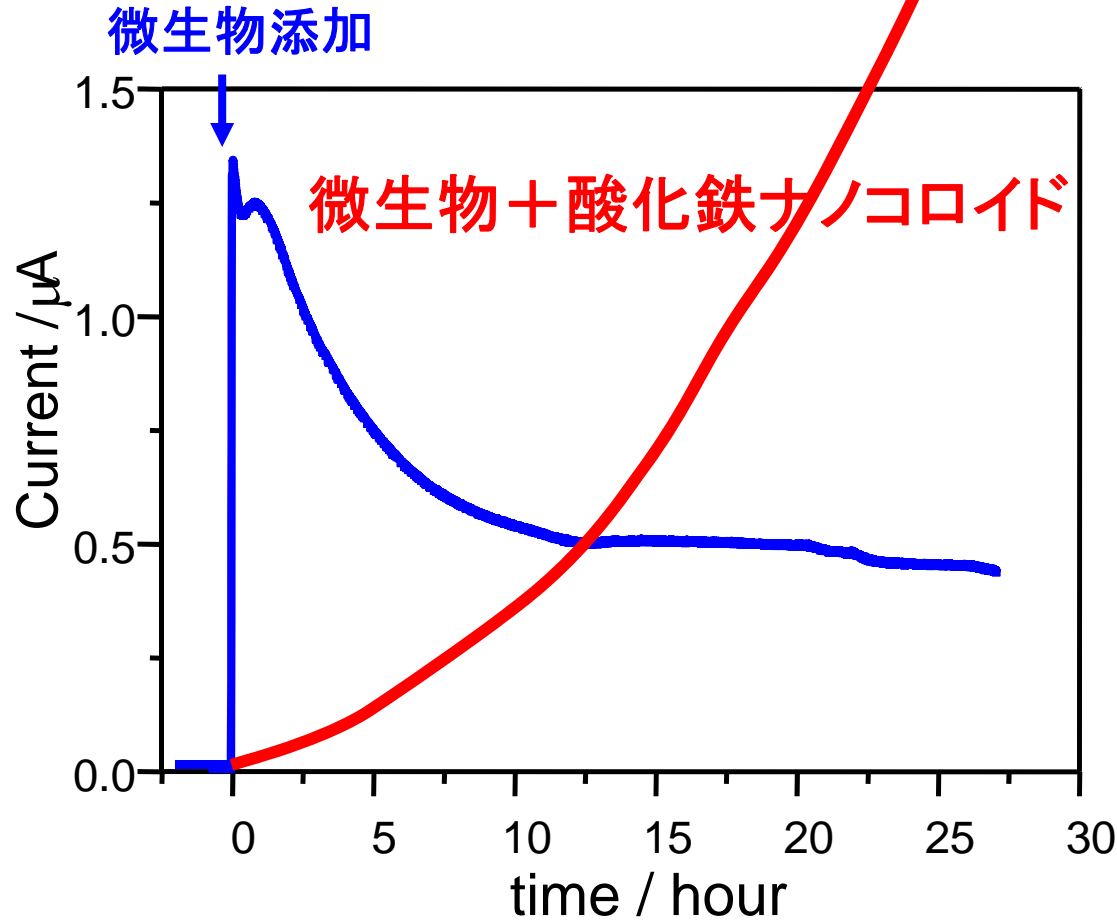
酸素呼吸



微生物燃料電池

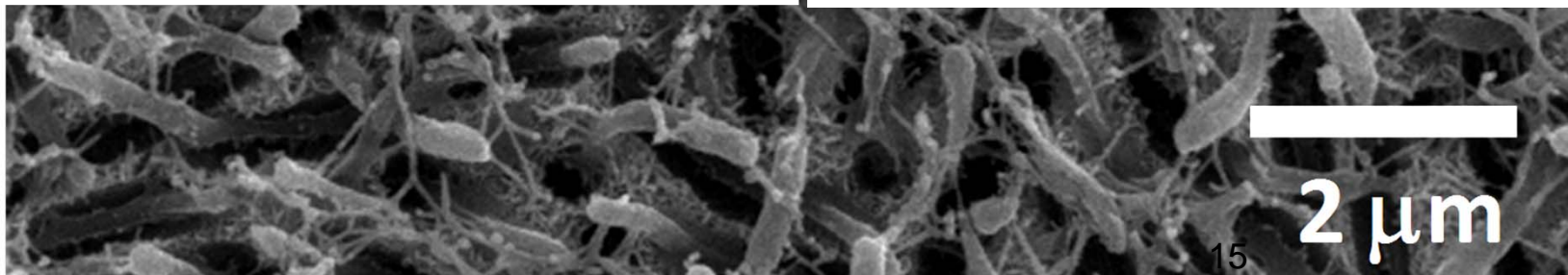
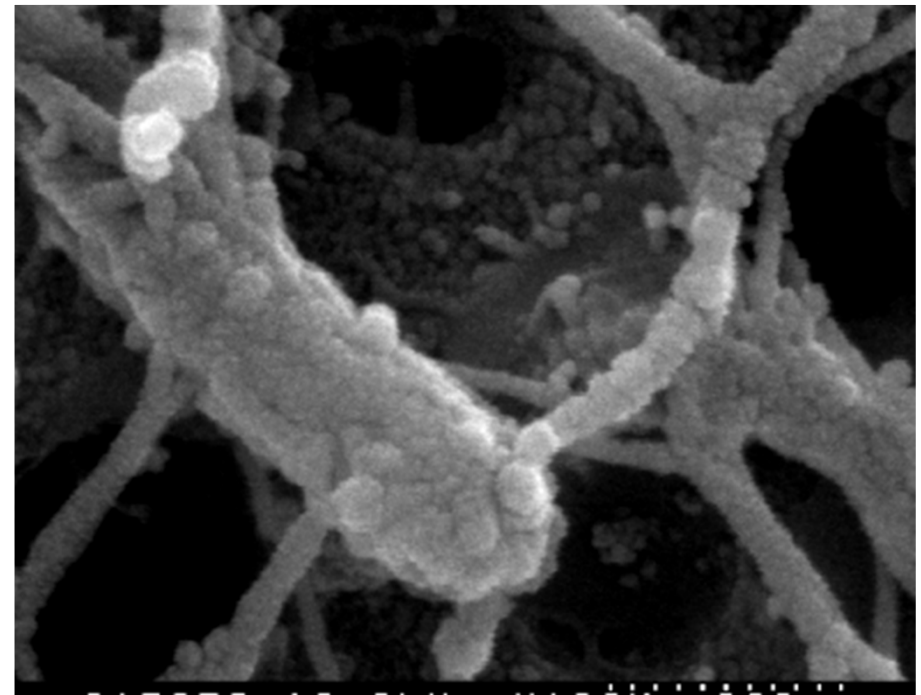
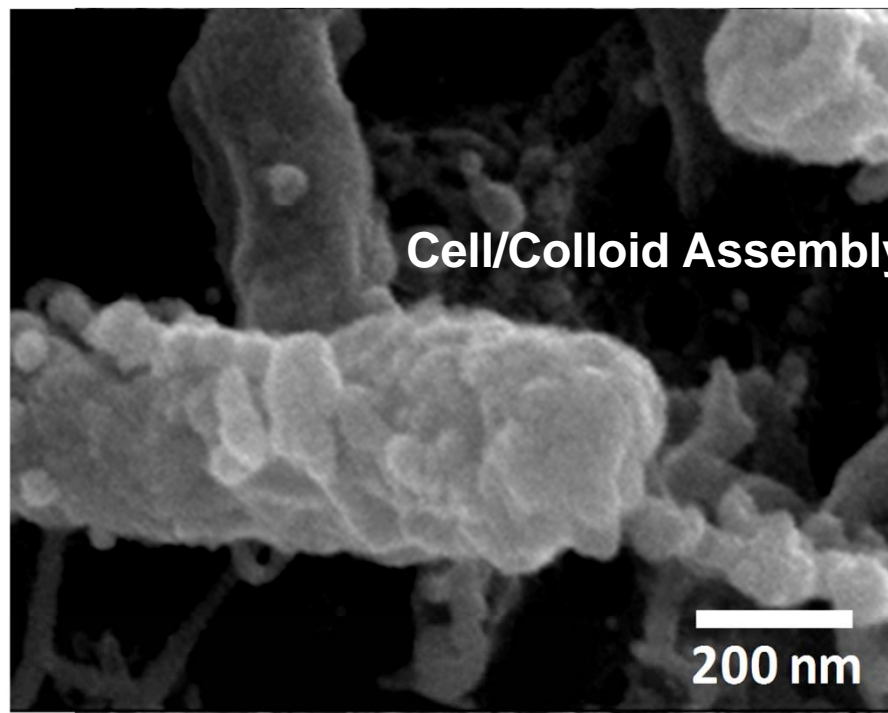
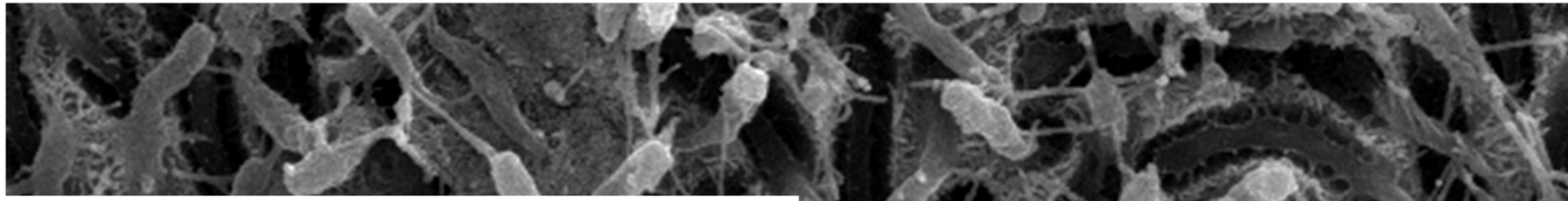


微生物による電流生成(当初の目標100倍)



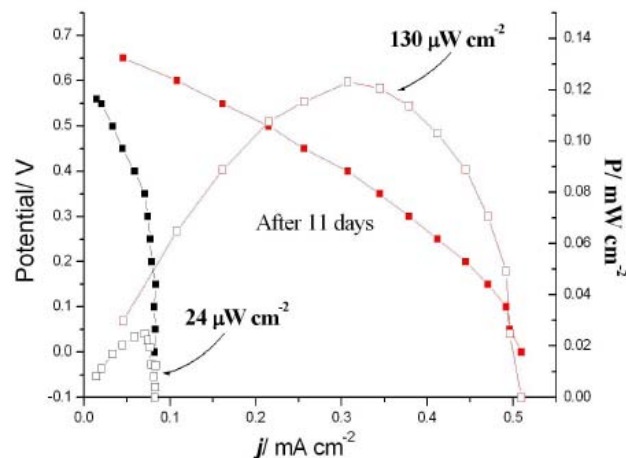
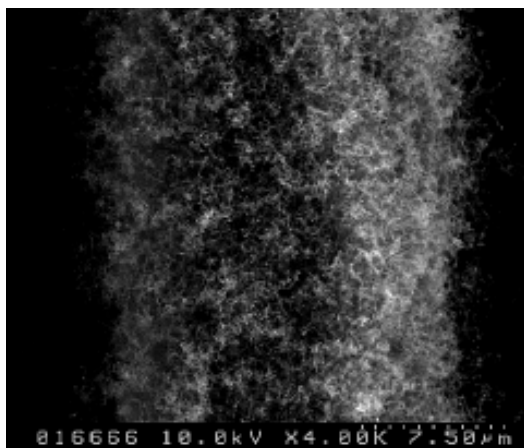
電流約50倍増加(現在は200倍)

微生物/ナノコロイドネットワーク構造体



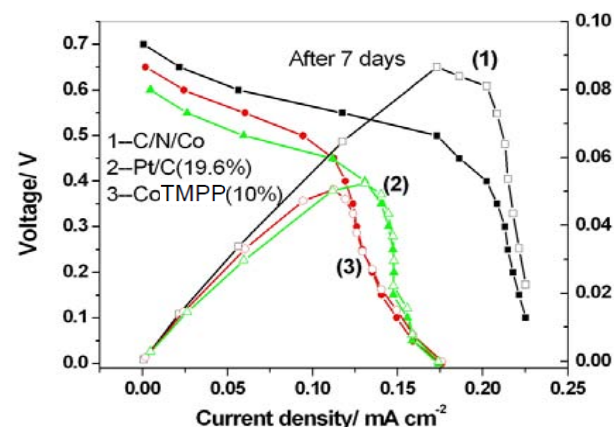
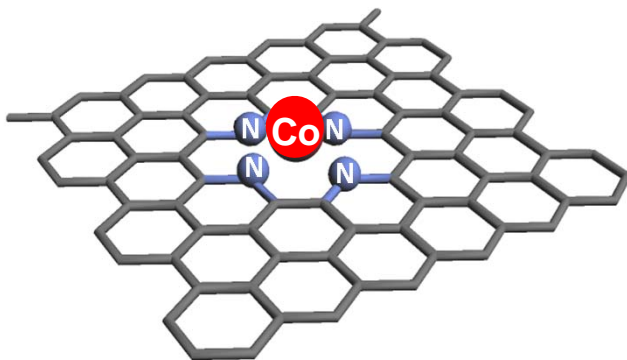
さらなる工夫：電極へのナノ材料導入

📍 アノード極（一極） **カーボンファイバーをカーボンナノチューブで修飾**



燃料電池出力曲線

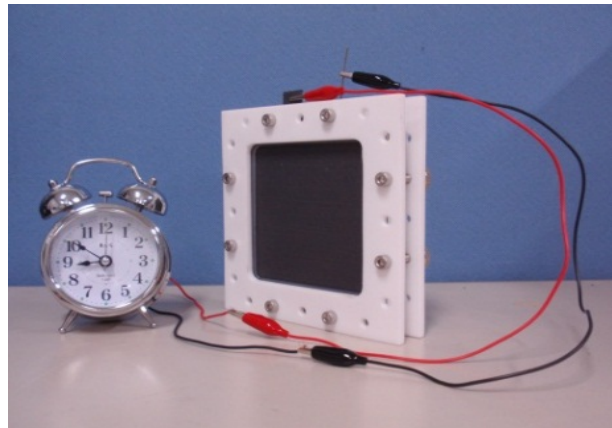
📍 カソード極（十極） **コバルト-窒素結合を導入したグラフェン触媒**



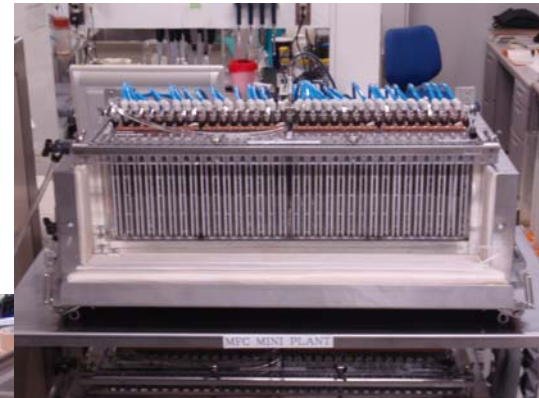
燃料電池出力曲線

微生物燃料電池の試作

ポータブル電源用MFC



ベンチスケール(10 L)MFC



廃棄物バイオマス
処理用MFC



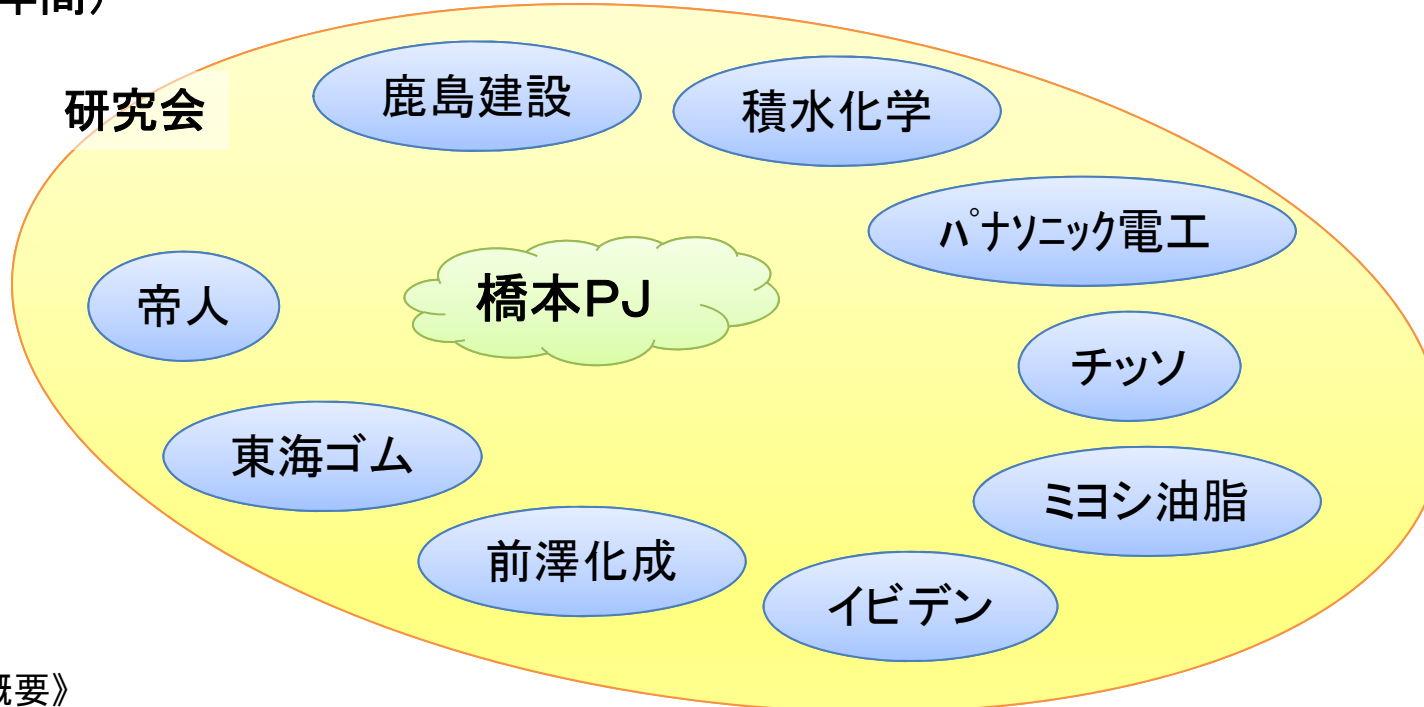
実用化に向けた取り組み

3年目: 産業界への成果報告: 234社にダイレクトメールで呼びかけ
60社(84名)が成果報告会に参加



研究会を組織化

(2年間)



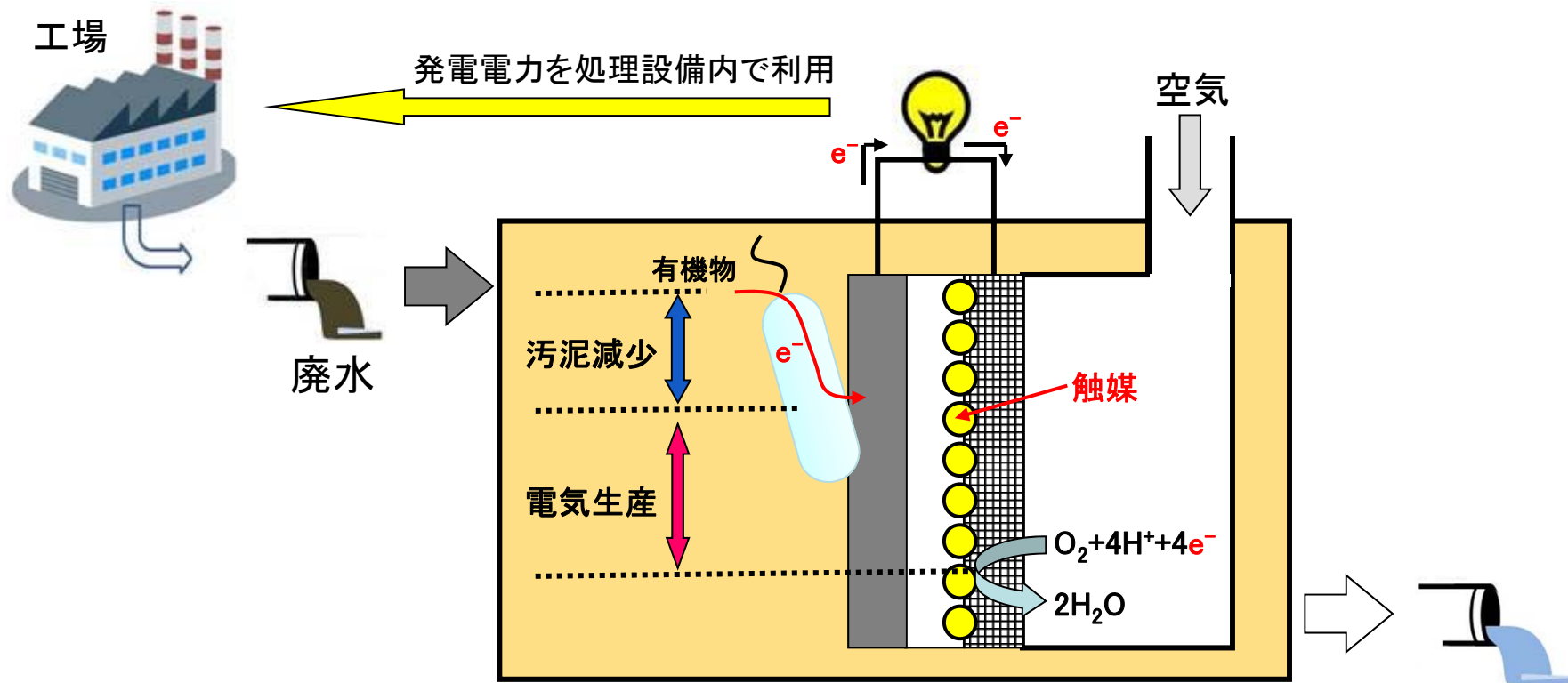
《概要》

- ・MFCの早期実用化を目指した産学の情報交換の場
- ・1回/月程度の頻度で開催。当PJと1社(持ち回り)が 研究情報を公開できる範囲で、プレゼン。
- ・研究会内での情報について、秘密保持の契約を実施
- ・会費は、原則無料。会員については、当PJの実験室の使用許可、

ERATOの成果を基礎としてNEDO プロジェクトへ提案

微生物燃料電池を用いた省エネ型工場廃水処理プロセス
に関する基盤技術開発 (平成24年～28年)

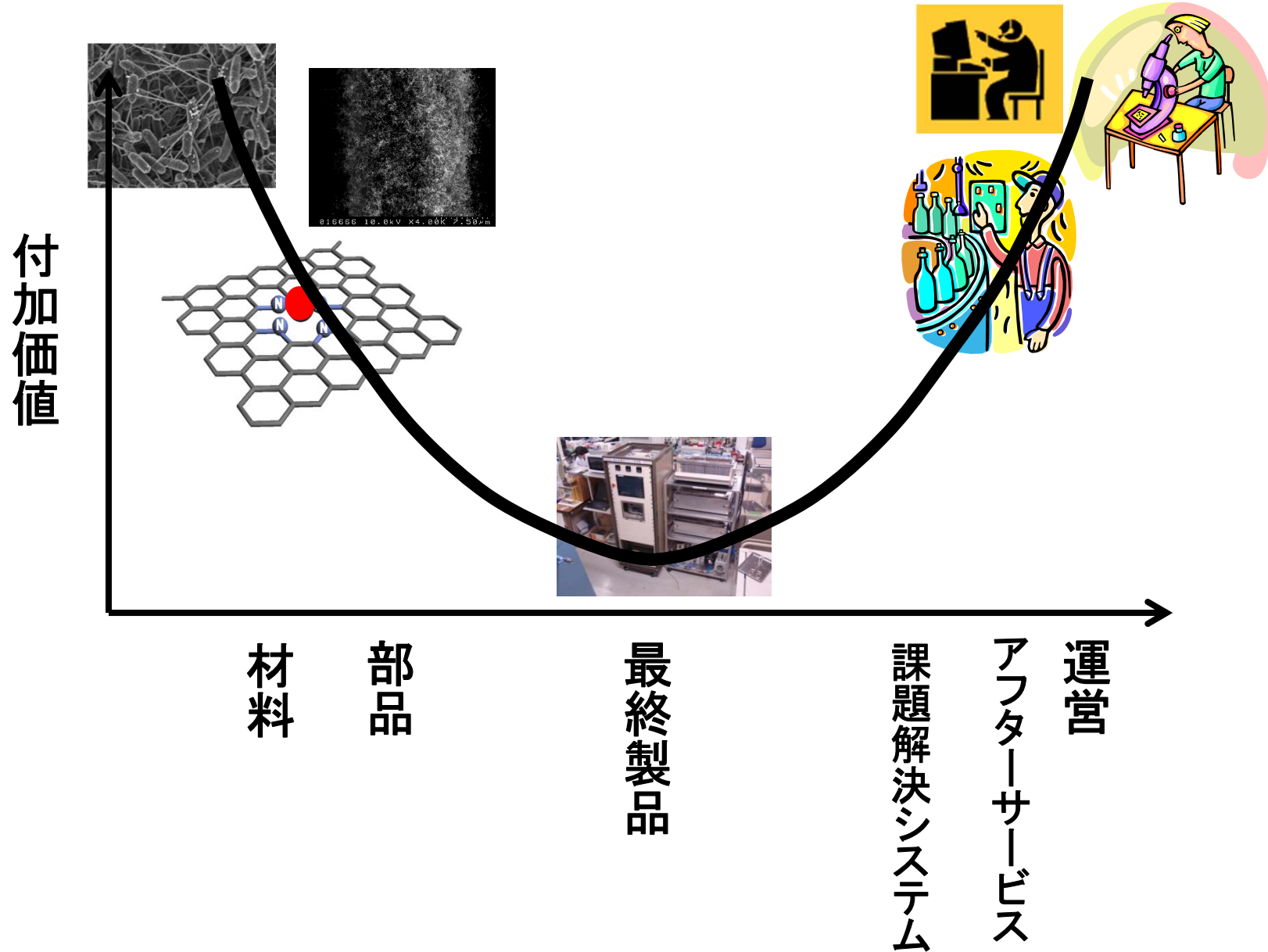
- ・国立大学法人 東京大学
- ・学校法人 東京薬科大学
- ・積水化学工業株式会社
- ・パナソニック株式会社



- 【メリット】
- ① 廃水中の有機物から電気エネルギーを取り出す
 - ② 排水処理中に生ずる汚泥(*)を削減する

(*) 下水汚泥は国内産業廃物の2割(コスト換算:5割)

付加価値獲得分野の変化(スマイルカーブ)

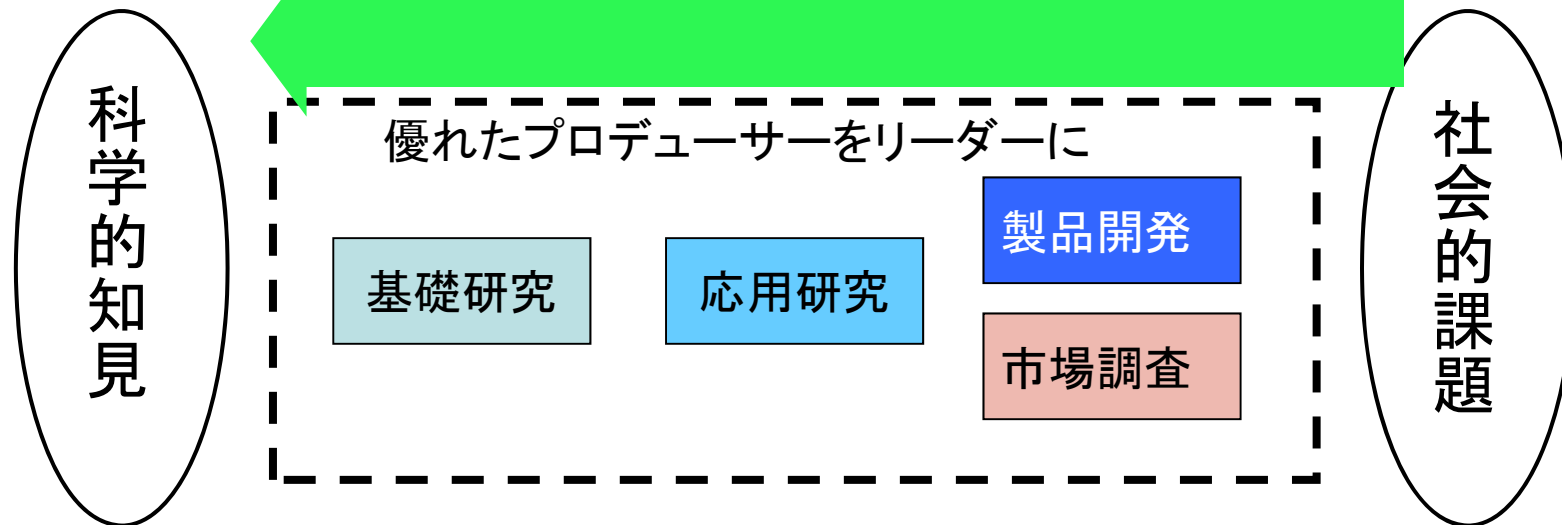


社会的課題解決に向けた研究開発のあり方

研究者の出番

リーダーの選定(育成では間に合わない)

必要なのは真に独創的発想を持つプロデューサー
(「オーガナイザー」や「コーディネーター」ではない)



優れた研究人材(特に基礎研究分野)をリーダー
(プロデューサー)として活用すべき

優れた基礎研究人材をイノベーションを導く 研究、製品開発のリーダーとして誘導

批判が多い！ ← 優れた研究者は研究に専念させてあげべき

そんなこと言ってる場合か!!

基礎研究者が応用研究、製品開発研究をする必要はない。
しかし、リーダーとして責任を持って参画する。



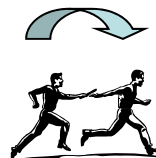
バトンを渡して終わりではなく、リーダーとして出口まで見通す(責任を持つ)



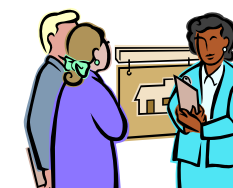
基礎研究



応用研究



製造技術



マーケティング



先端的低炭素化技術開発

Advanced Low Carbon Technology Research and Development Program



サイト内検索 検索

LINK SITEMAP ENGLISH 文字サイズ変更 小 中 大



ブレークスルーの
実現



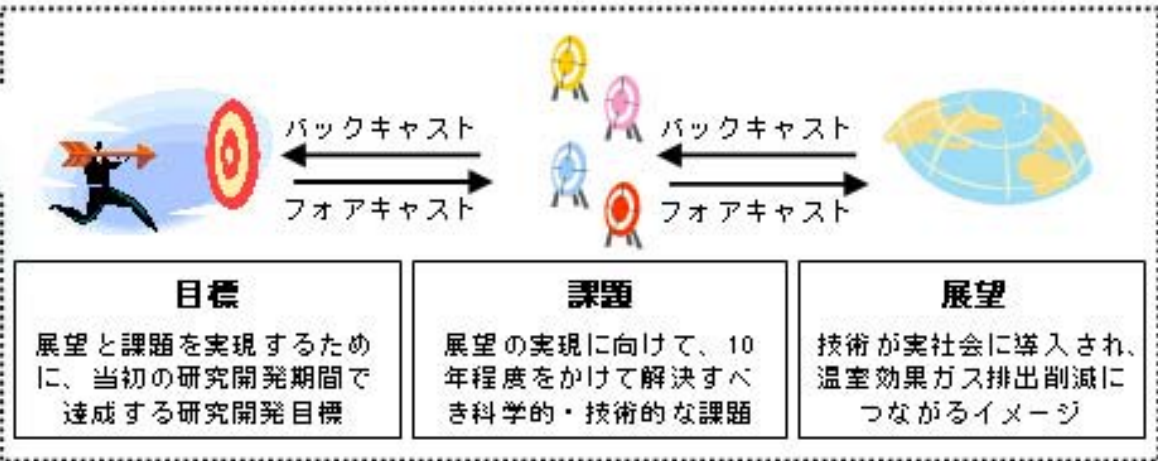
ゲームチェンジング・
テクノロジーの創出



低炭素社会の実現



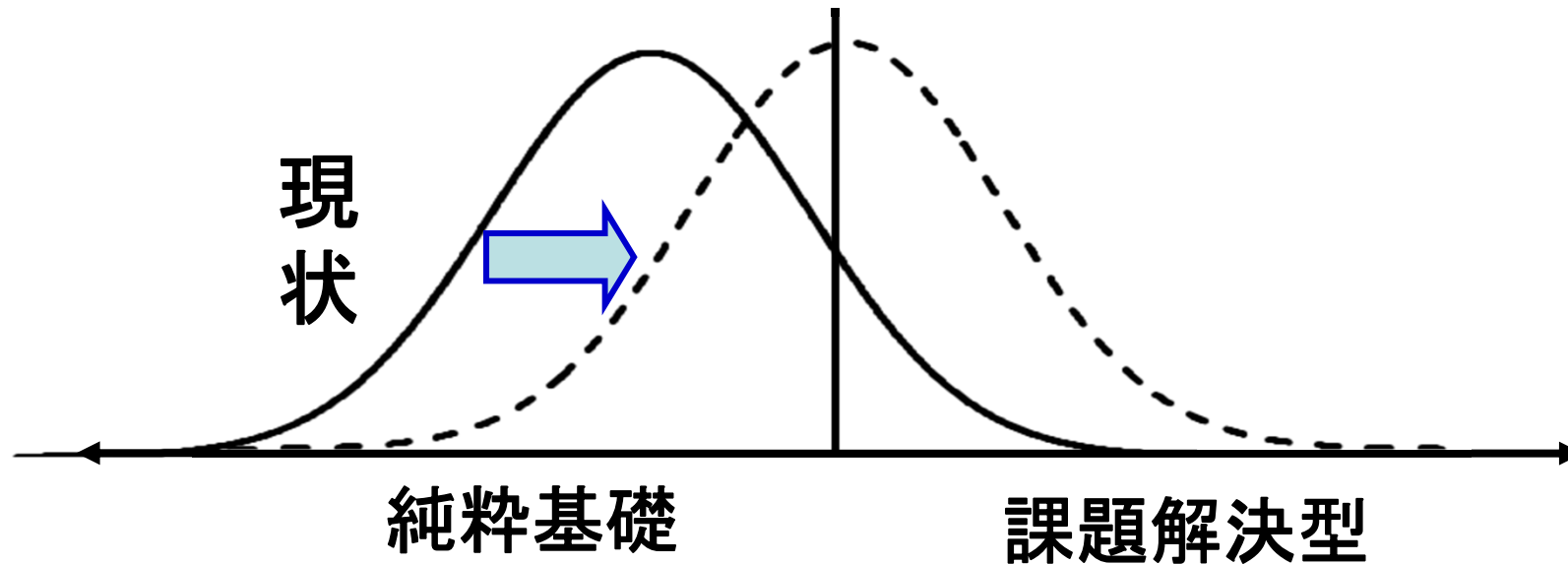
異分野研究者



ALCAの概要

まとめ

基礎研究分野の優秀人材は国家的、社会的
課題解決のための研究~~を~~ → も



研究者コミュニティは「基礎研究成果は100年
後に出てくる」では通用しないことを認識すべき
純粋基礎研究を守るためにも課題解決型研究
への貢献を