

太陽光をエネルギー源としたプラズモン誘起電荷分離による 高効率水素発生システムの開発

九州大学 カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所 准教授
 科学技術振興機構 さきがけ研究者(兼任)
高橋 幸奈

世界のエネルギー事情

★一次エネルギーに占める燃料の割合と成長への寄与(2019)

Energy source	Consumption (exajoules)	Annual change (exajoules)	Share of primary energy	Percentage point change in share from 2018
Oil	193.0	1.6	33.1%	-0.2%
Gas	141.5	2.8	24.2%	0.2%
Coal	157.9	-0.9	27.0%	-0.5%
Renewables*	29.0	3.2	5.0%	0.5%
Hydro	37.6	0.3	6.4%	-0.0%
Nuclear	24.9	0.8	4.3%	0.1%
Total	583.9	7.7		

*Renewable power (excluding hydro) plus biofuels

ref. bp Statistical Review of World Energy 2020

★化石由来エネルギー

- ★石油
- ★天然ガス
- ★石炭

$4.9 \times 10^{20} \text{ J y}^{-1}$

現状(2019年)のシェア: 84%

★再生可能エネルギー

- ★太陽光
- ★風力
- ★地熱
- ★波力
- ★潮力
- ★バイオマス

$2.9 \times 10^{19} \text{ J y}^{-1}$

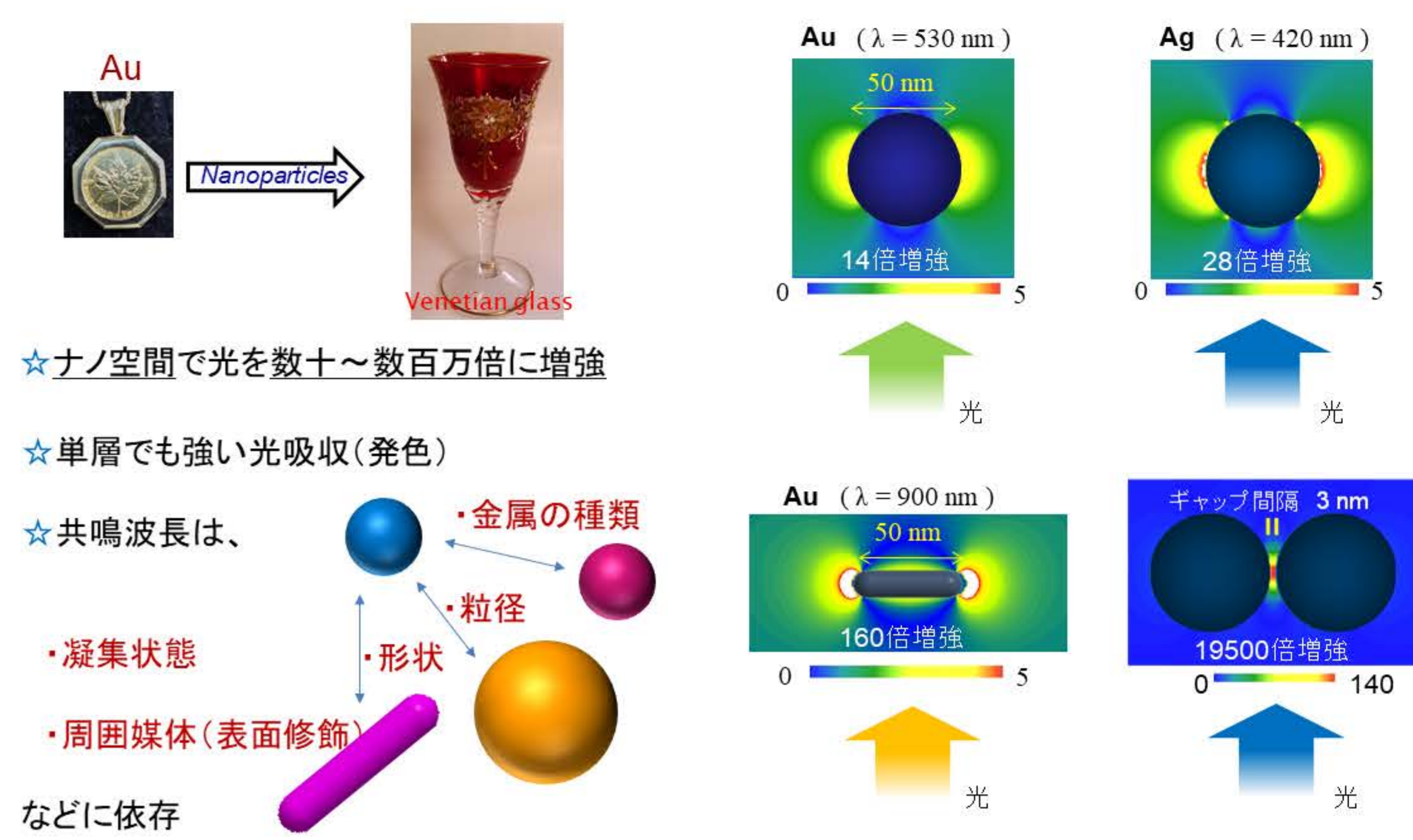
現状(2019年)のシェア: 5% → 改善の余地あり

★太陽光のエネルギーと地球

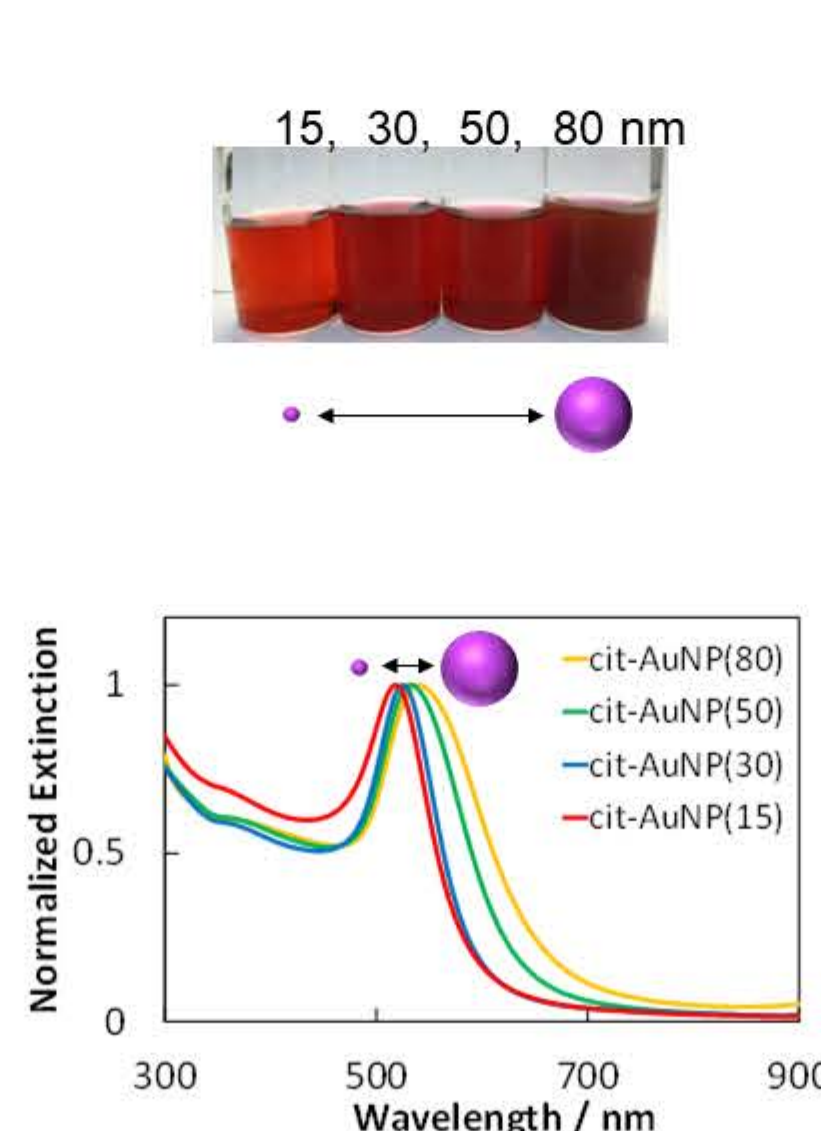


金属ナノ粒子の光エネルギー捕集効果

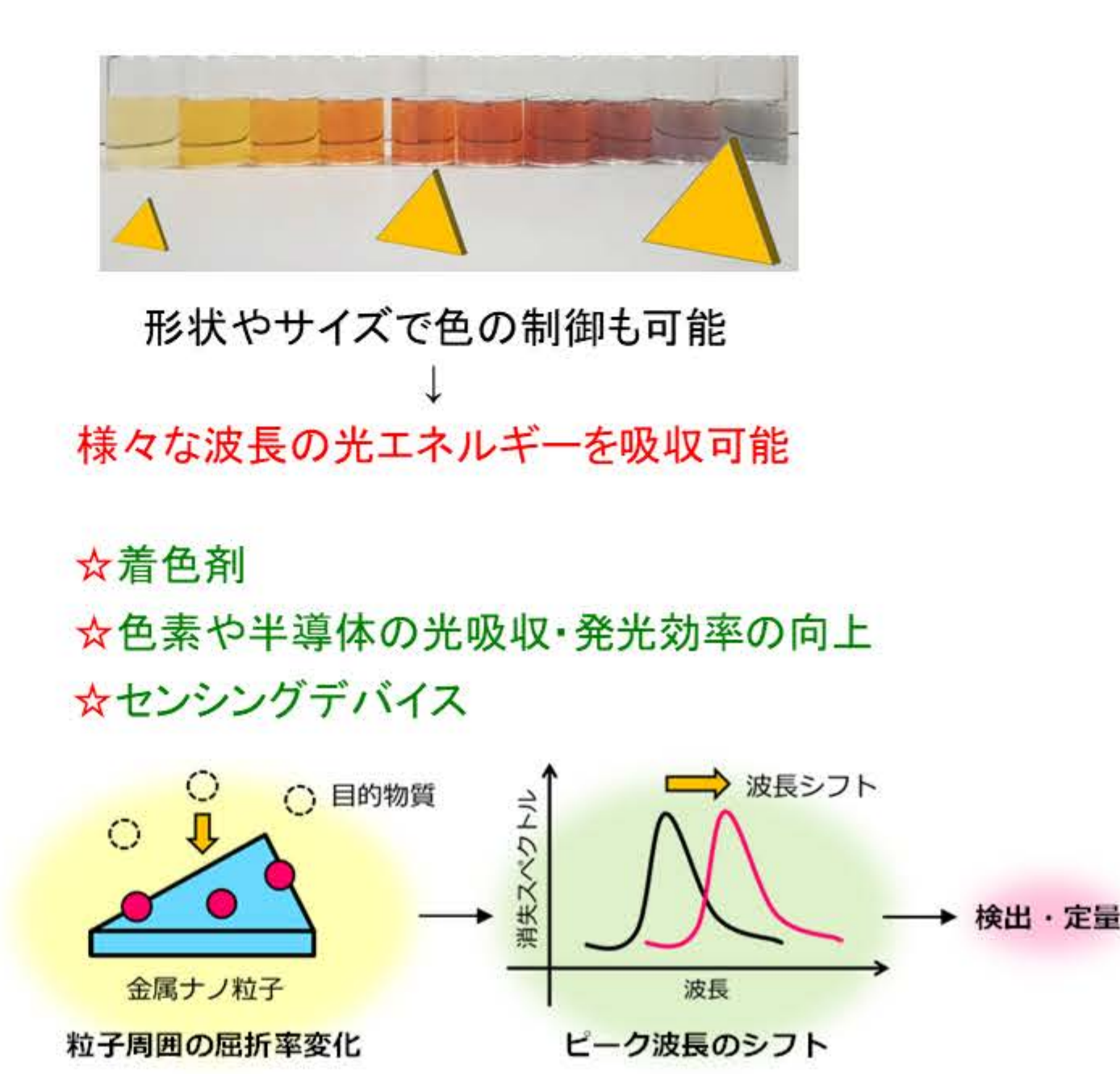
★局在表面プラズモン共鳴 (LSPR)



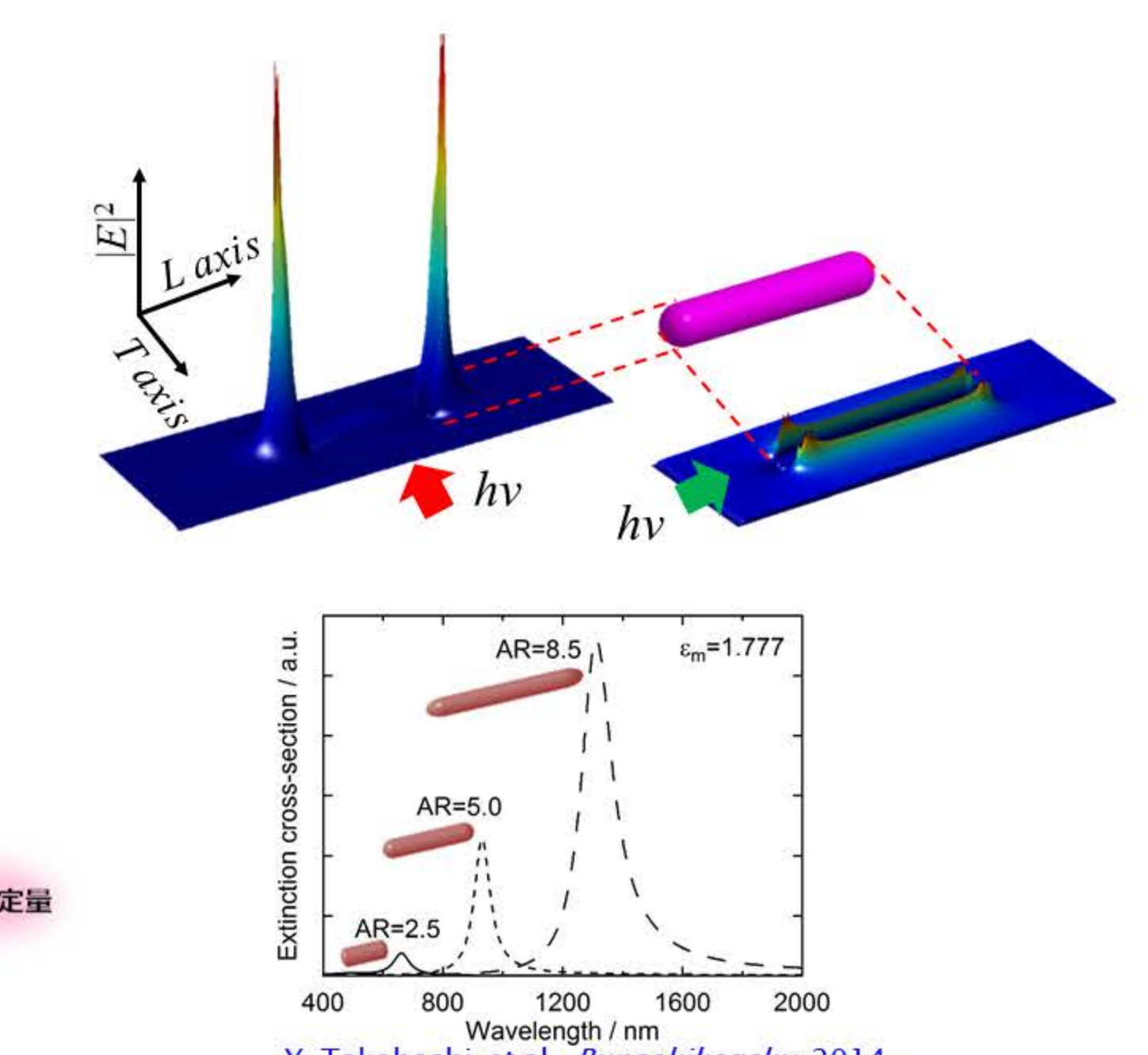
★球状金ナノ粒子(AuNP)



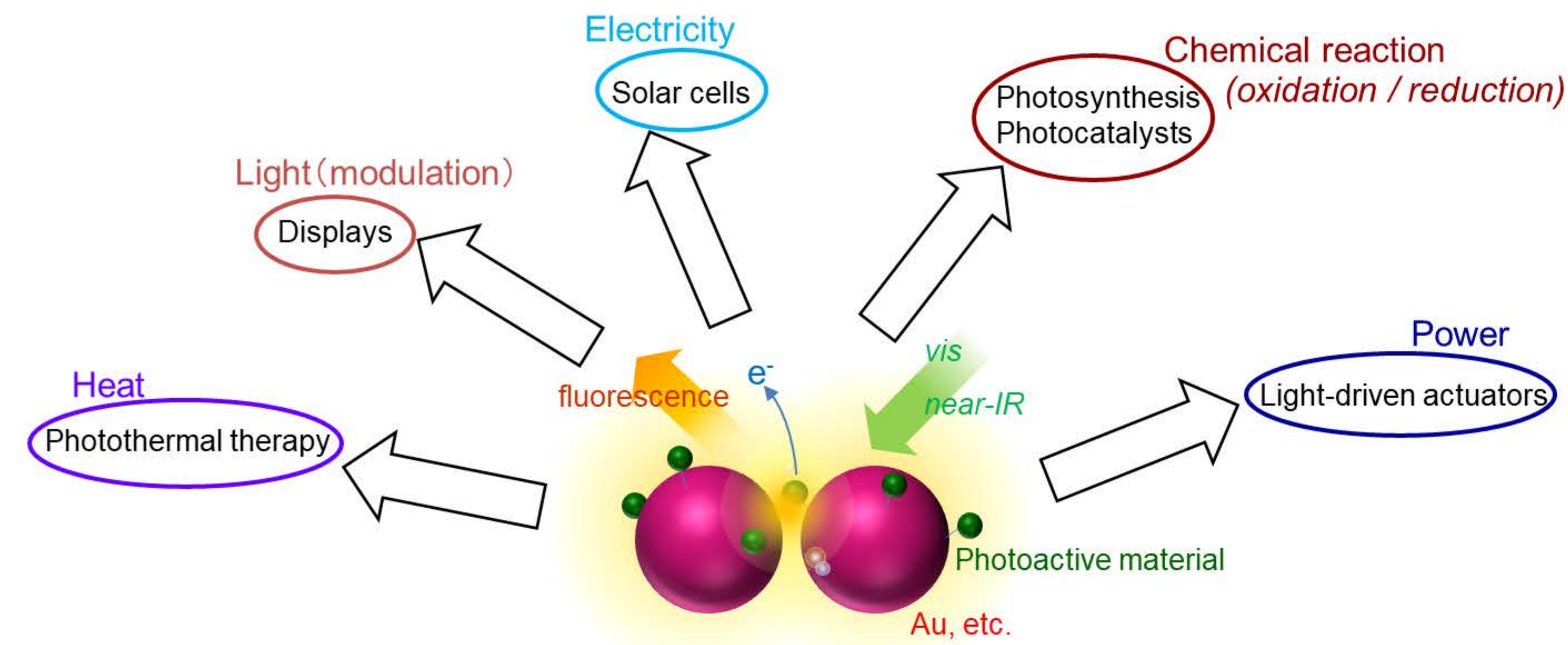
★三角形平板状銀ナノ粒子(AgPL)



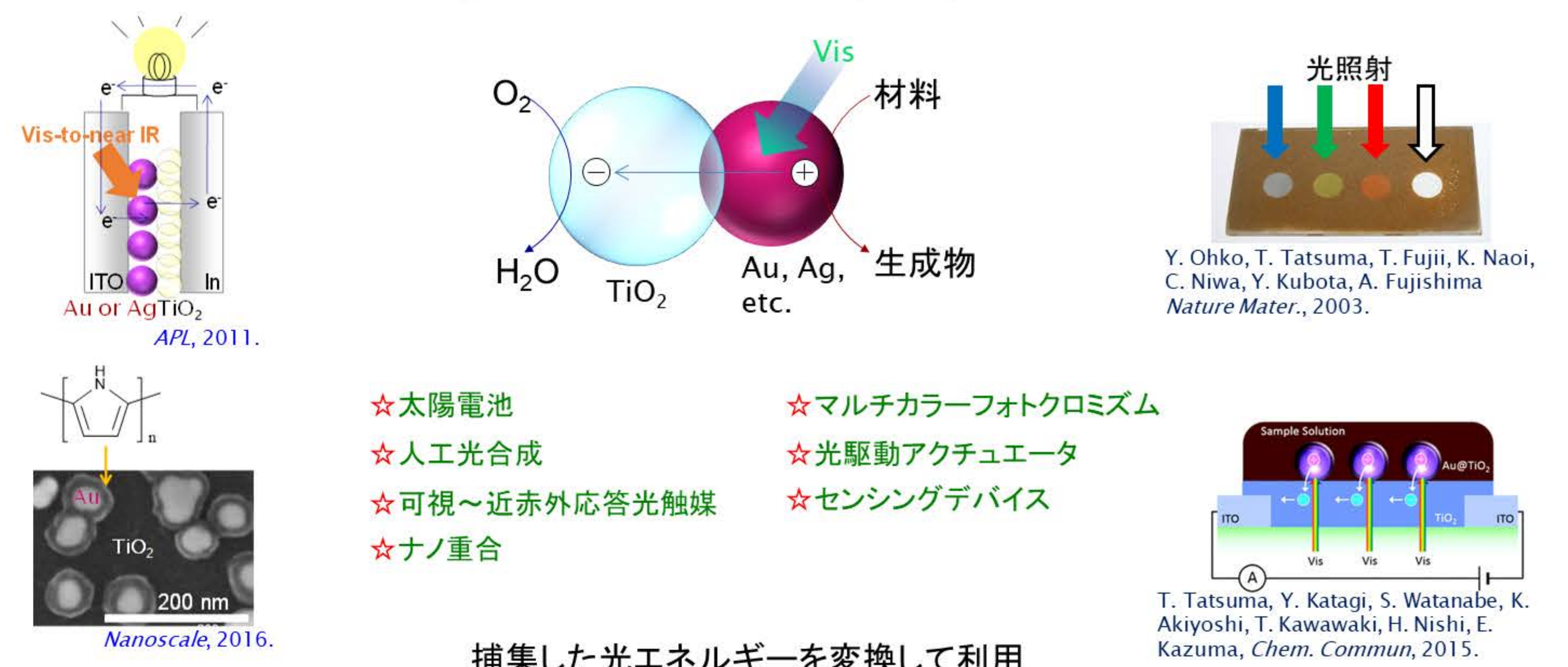
★棒状金ナノ粒子(AuNR)



光エネルギーを他のエネルギーに変換

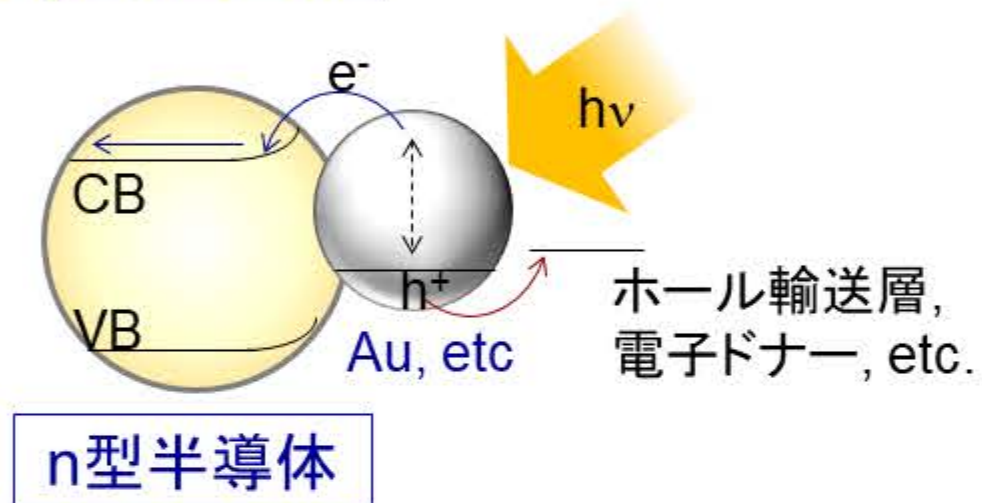


★プラズモン誘起電荷分離(PICS)



安定で高効率な光エネルギー変換システムの開発

★従来型PICS



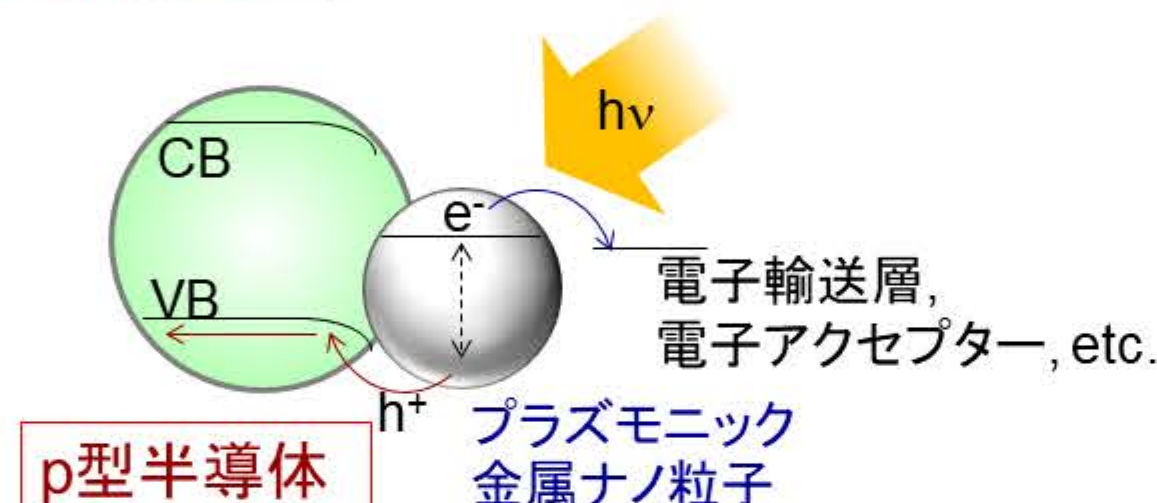
PICSの利点

- ★波長制御が容易(可視〜近赤外)
- ★強い光捕集効果 → 微弱な光も有効活用
- ★単純な構造が可能

問題点

- ✓金属ナノ粒子の酸化溶出
 - ✓短い電荷分離寿命(~ps) (低い変換効率: $\eta \sim 1\%$)
- Y. Tian, T. Tatsuma, JACS, 2005.

★新型PICS

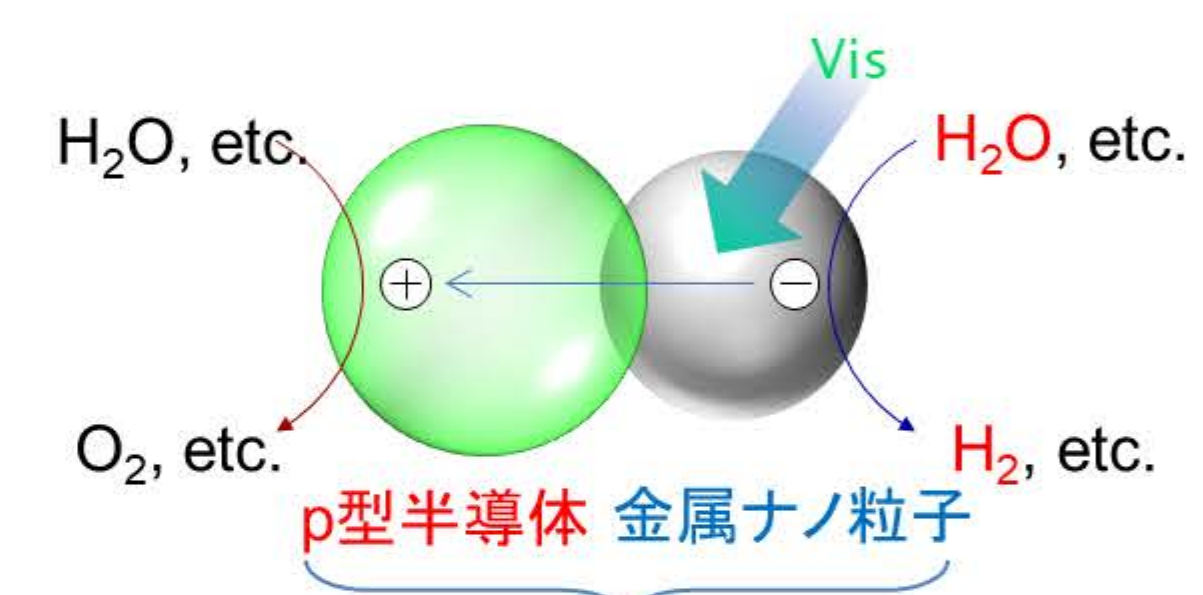


新型の利点

- ★ナノ粒子の酸化溶解抑制(従来系ではAgでも×) → より不安定な金属も利用可
- ★電荷分離状態の長寿命(~μs) → 高い変換効率(目標: $\eta > \sim 10\%$)

- ★新型PICS光電変換セル
- ★安定性の高い光触媒
- ★高効率人工光合成システム

★本研究が目指す高効率水素発生システム



光エネルギーを高効率に、電気、動力、熱などに変換して有効活用する技術の確立へ

到達目標と将来展望

- ★太陽光の光エネルギーを、水の還元反応に伴う水素発生や二酸化炭素還元などの化学反応のエネルギーとして安定かつ高効率に変換するシステムを構築する
- ★将来的には、化学反応への利用にとどまらず、光エネルギーを高効率に、電気、動力、熱などのさまざまなエネルギーへと変換して活用する技術を確立する