

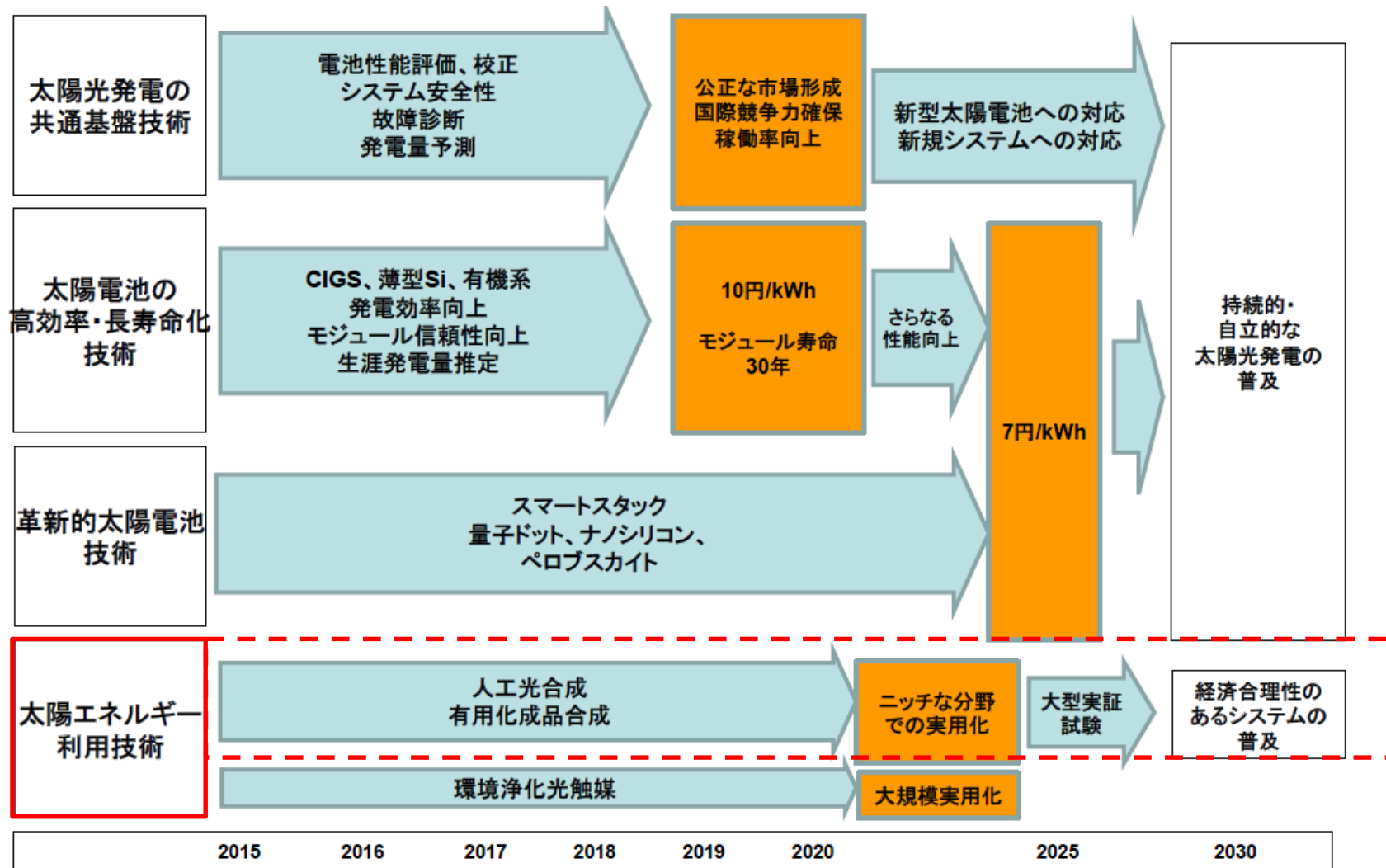
BiVO₄ 光電極を用いた 太陽光による有用化学品製造

太陽光発電研究センター

機能性材料チーム

井口 翔之・三石 雄悟・佐山 和弘

研究の位置づけ



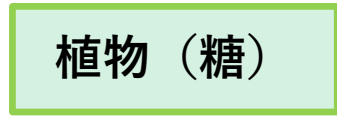
AIST 太陽光発電研究 成果報告会 2016 松原センター長 講演資料より

《長所》

- * エネルギー規模 大
- * クリーン・安全
- * 無尽蔵
- * 非局在的

《短所》

- * エネルギー密度 低
- * 天候に左右される

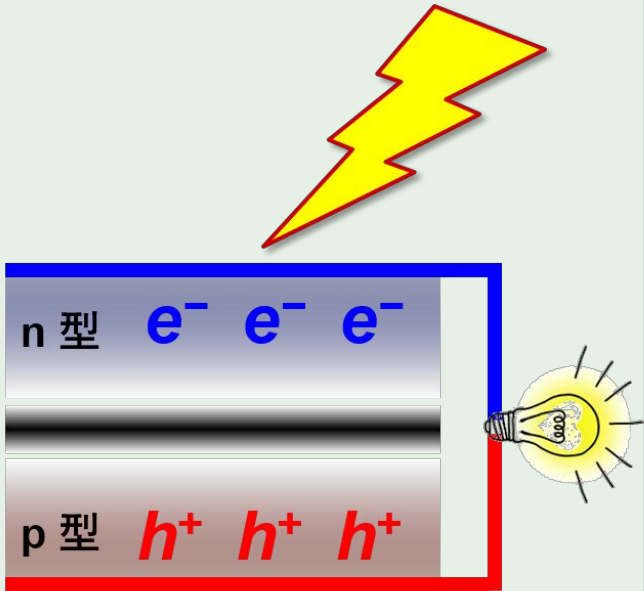


光触媒・光電極で、
光エネルギーを直接
変換する



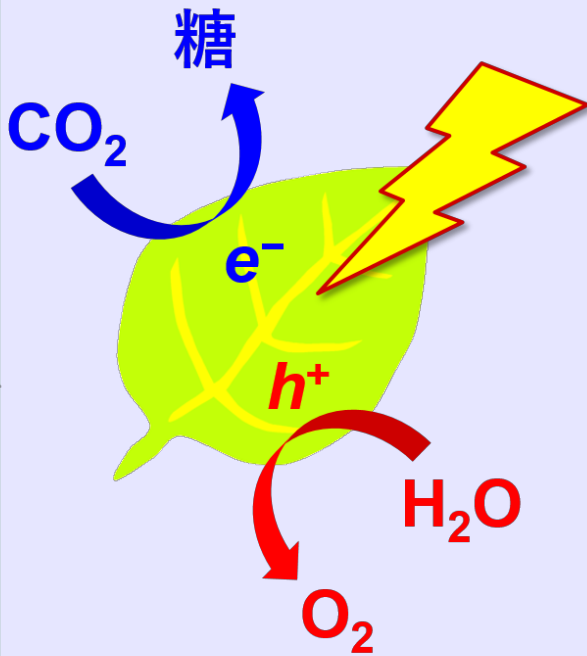
太陽電池

太陽光照射により生じた電荷を電気エネルギーとして取り出す



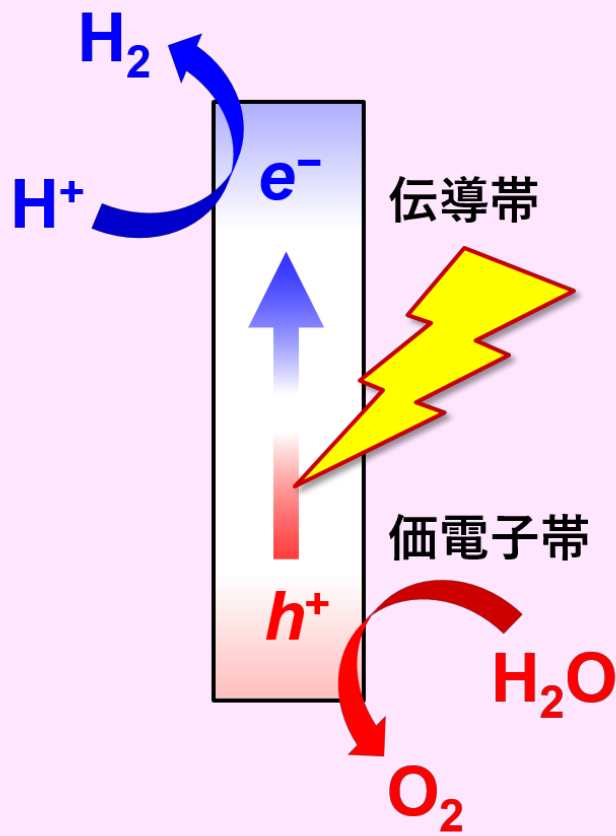
植物の光合成

葉緑体中の電荷分離を利用して、 CO_2 と H_2O から糖を作る

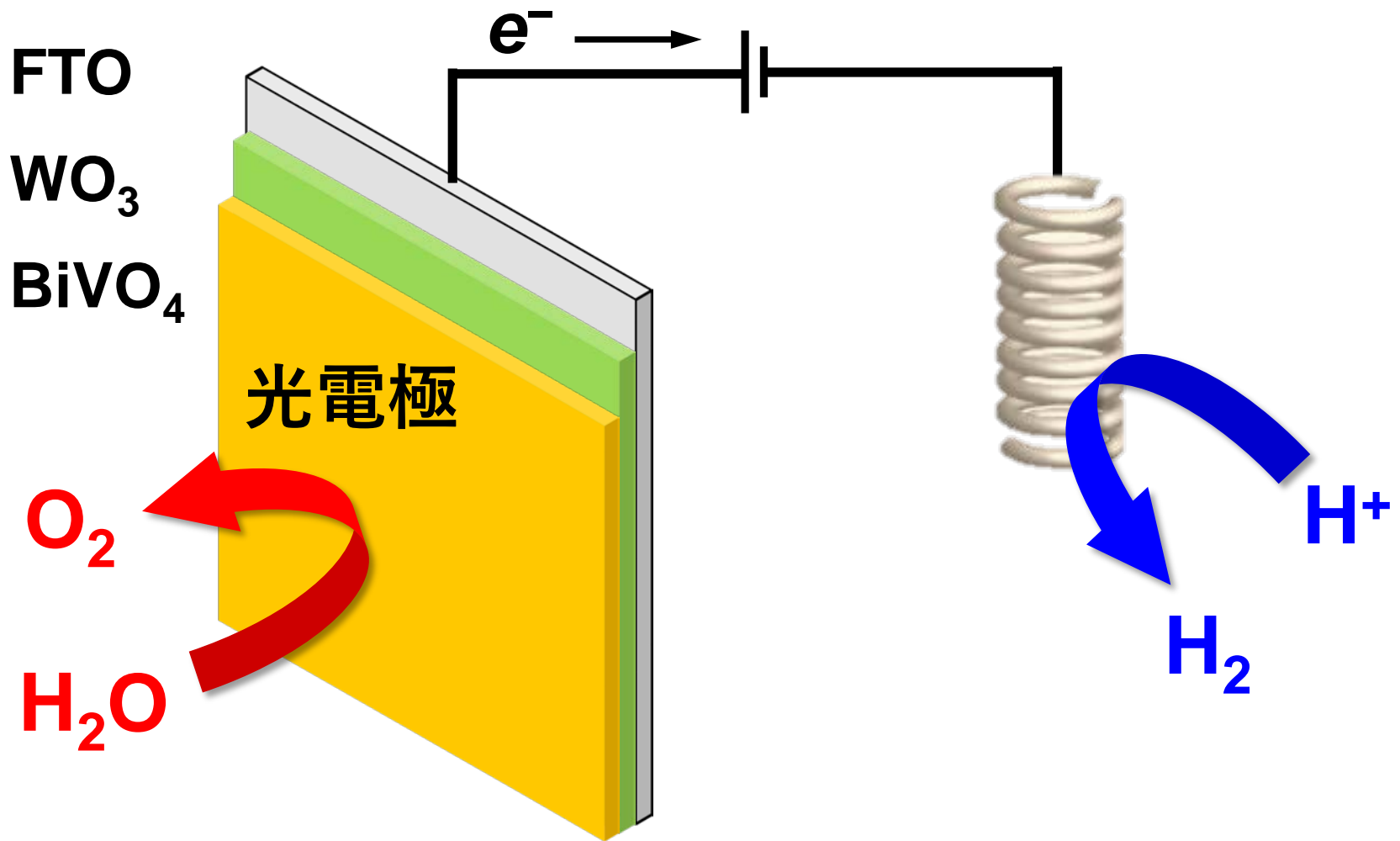


人工光合成

光触媒上に生じた電荷がその場で化学反応を起こす

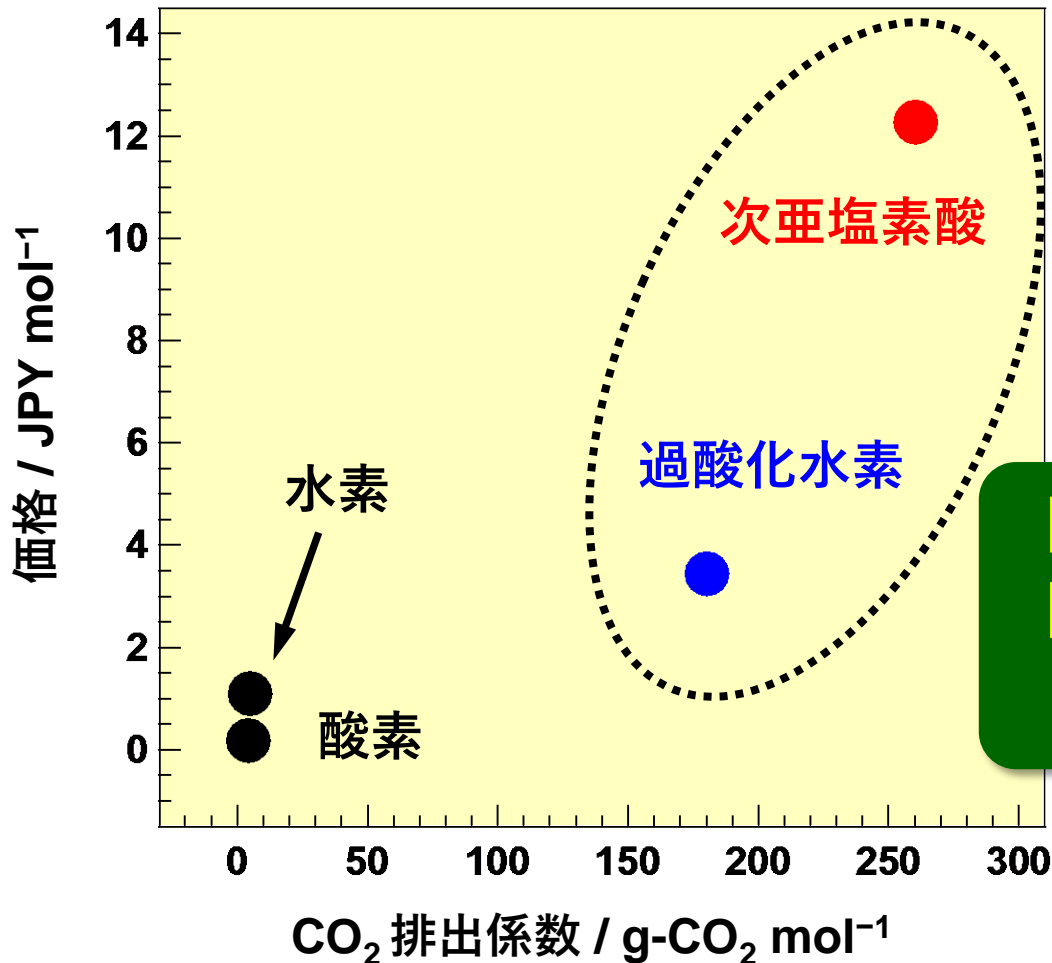


植物の光合成を模倣した人工光合成 ～光電気化学セルによる水の分解（H₂製造）～



経済産業省 革新的エネルギー技術国際共同研究開発事業

テーマ：太陽光による有用化学品製造



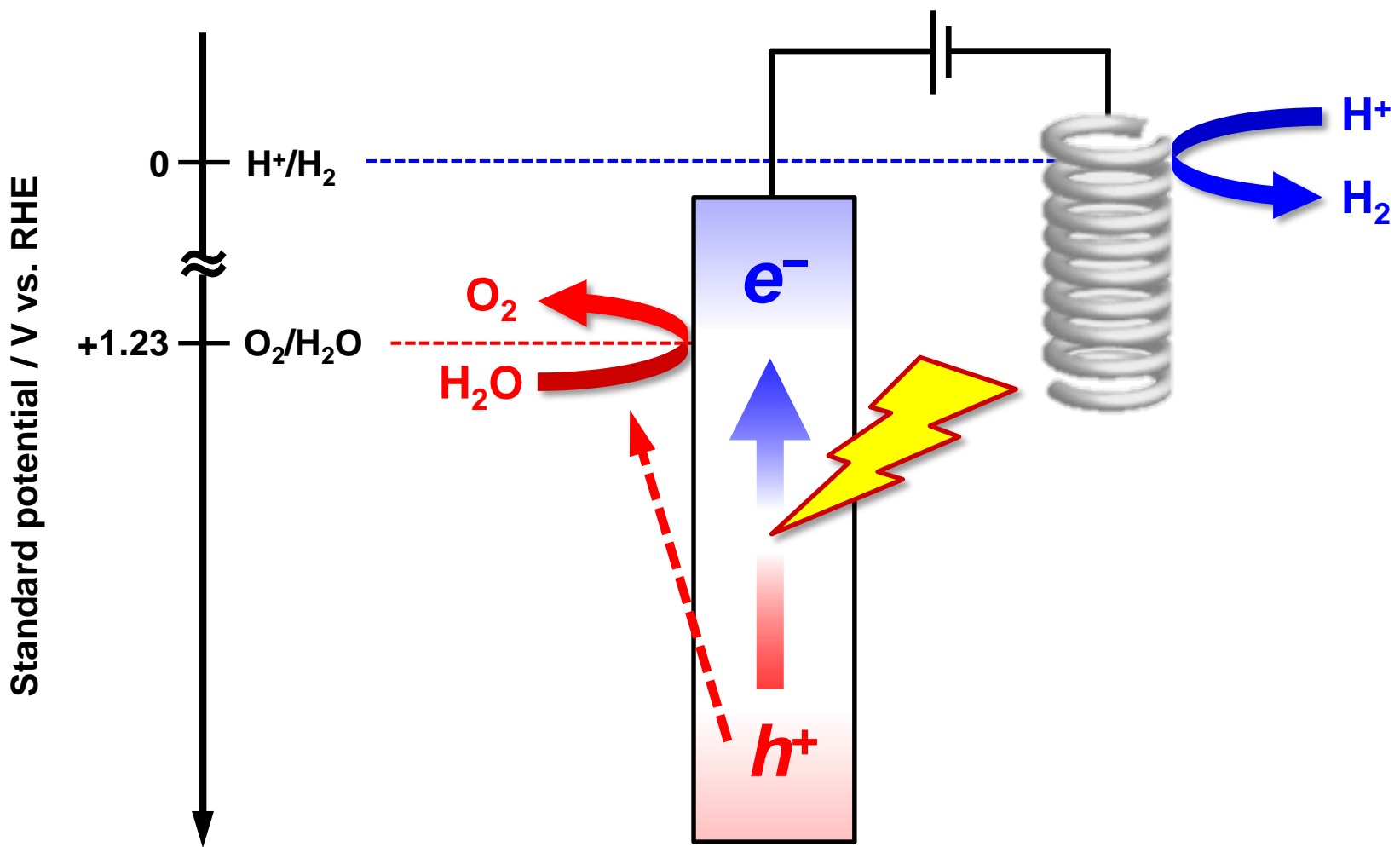
《有用化学品》

- ・ 環境負荷が大きい
- ・ 付加価値が高い

「経済的合理性」
 「実用化への道すじ」
 を考慮した人工光合成

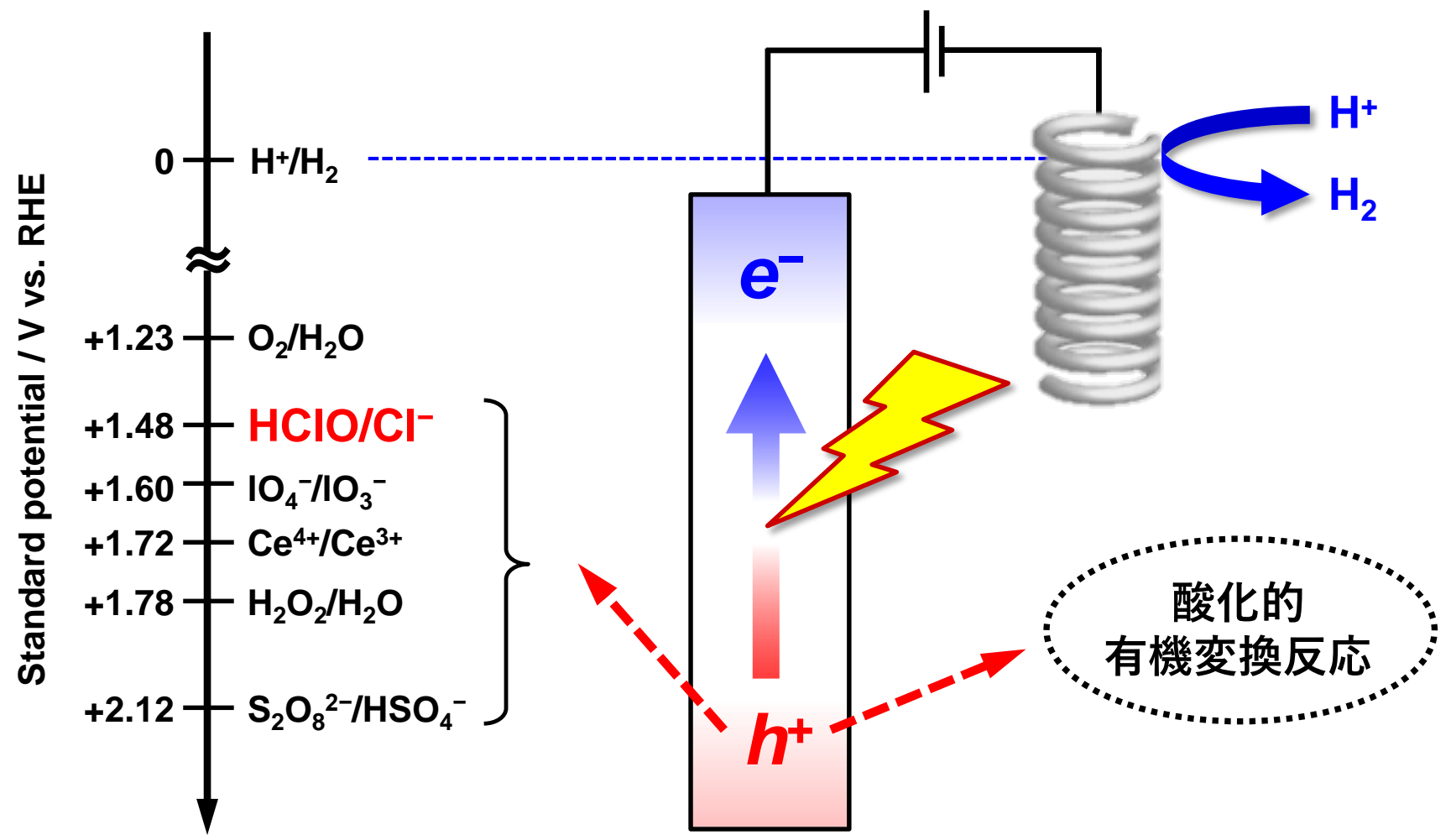
経済産業省 革新的エネルギー技術国際共同研究開発事業

テーマ：太陽光による有用化学品製造

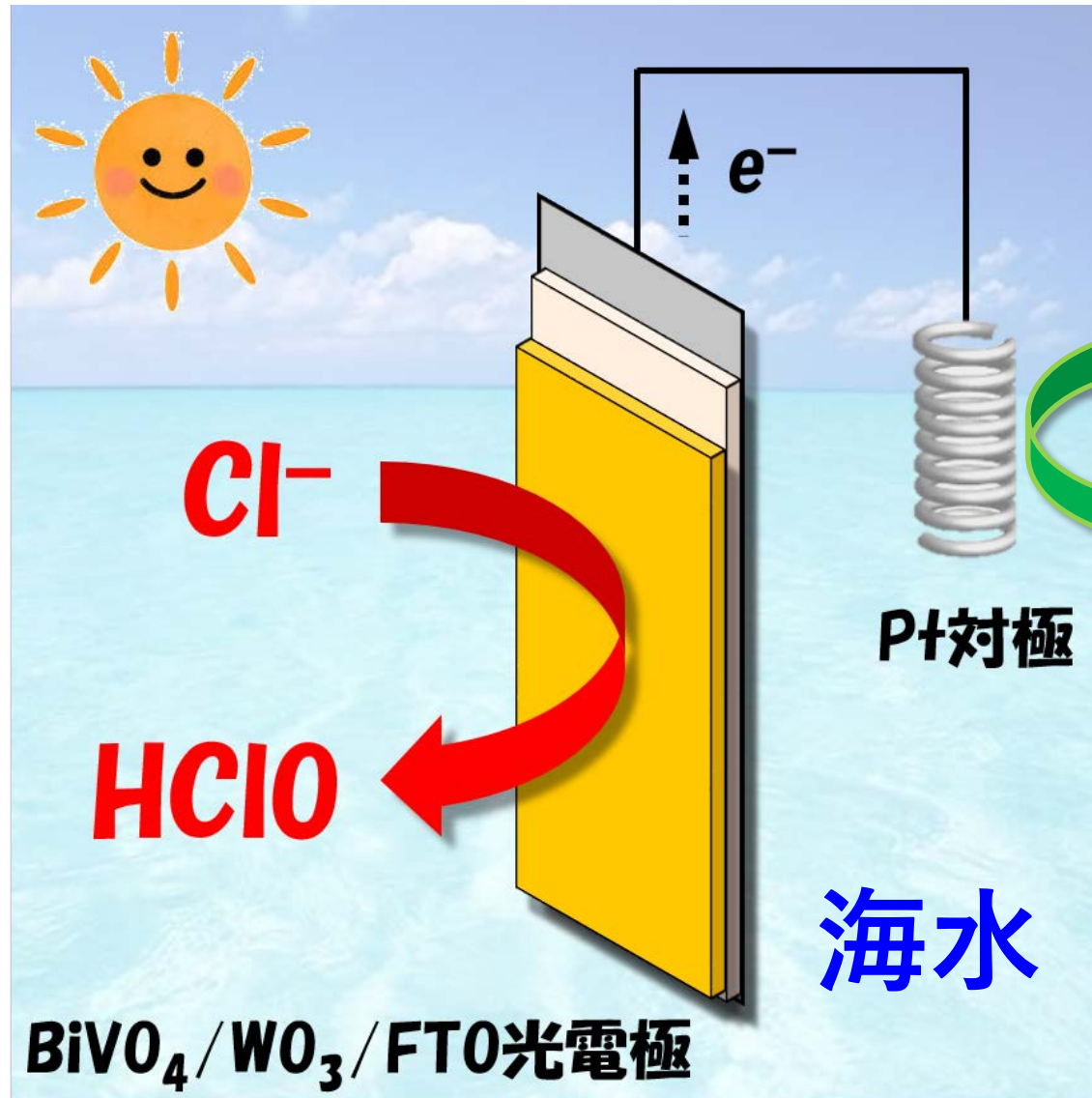


経済産業省 革新的エネルギー技術国際共同研究開発事業

テーマ：太陽光による有用化学品製造



太陽

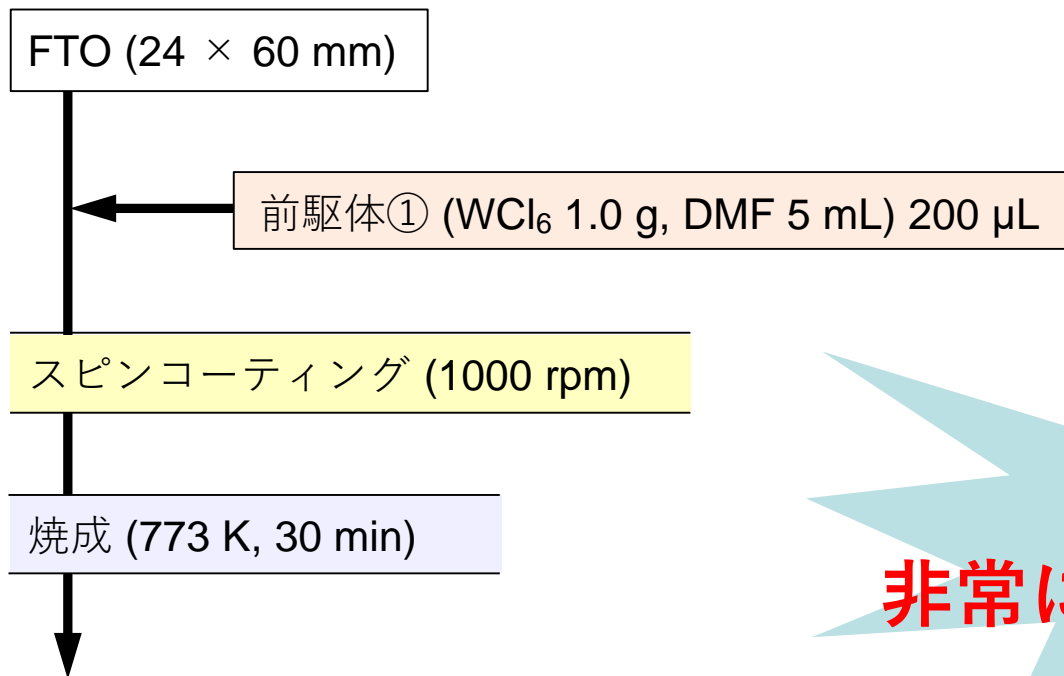
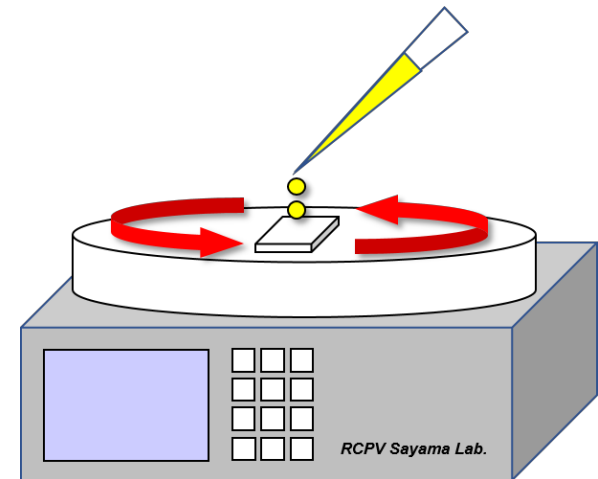


BiVO₄/WO₃/FTO 光電極の作製

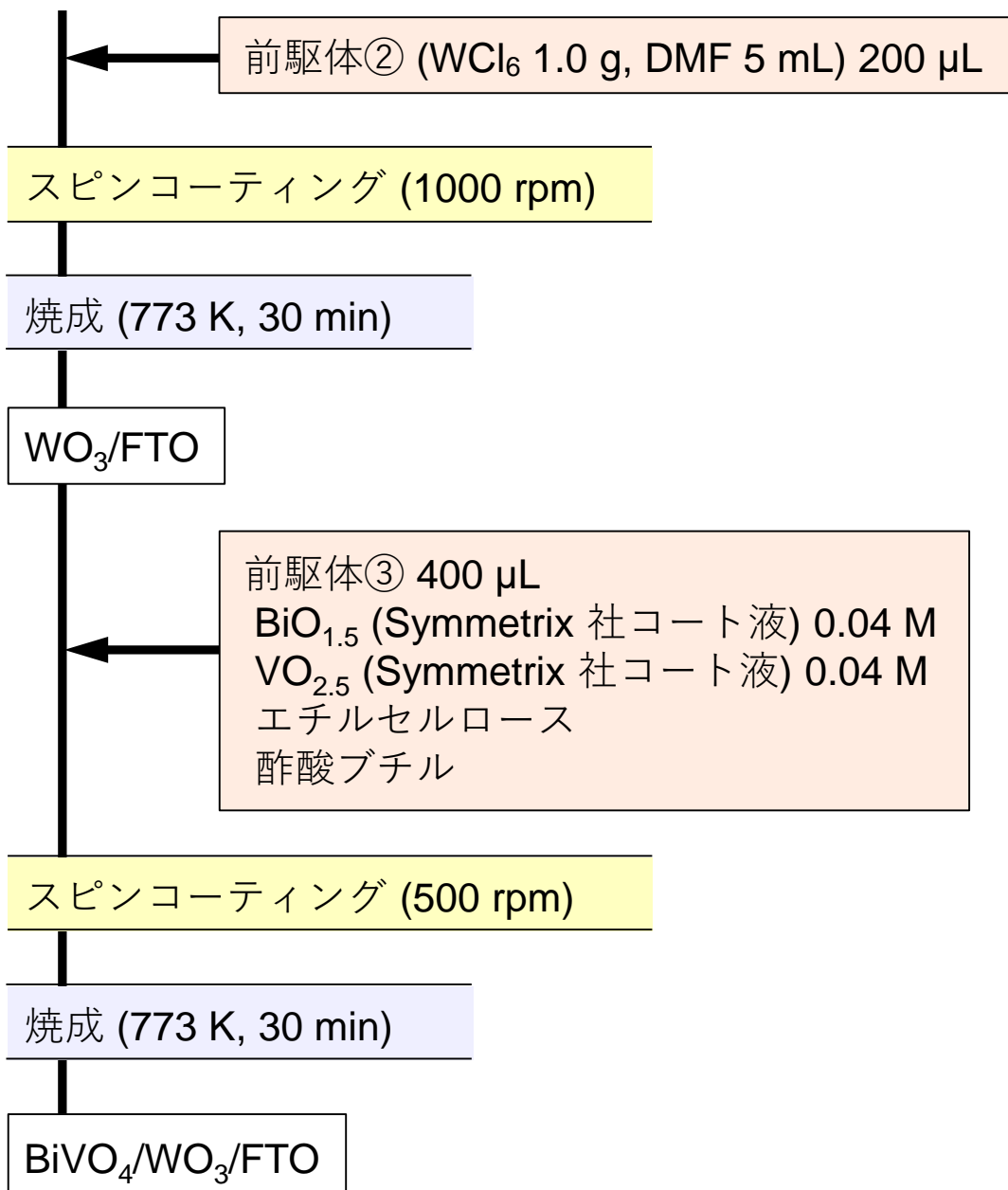
WO₃ 層：2 層

BiVO₄ 層：1 層

スピンドコーティング法により FTO 上に塗布した



塗って、焼く
非常に簡便に作製できる



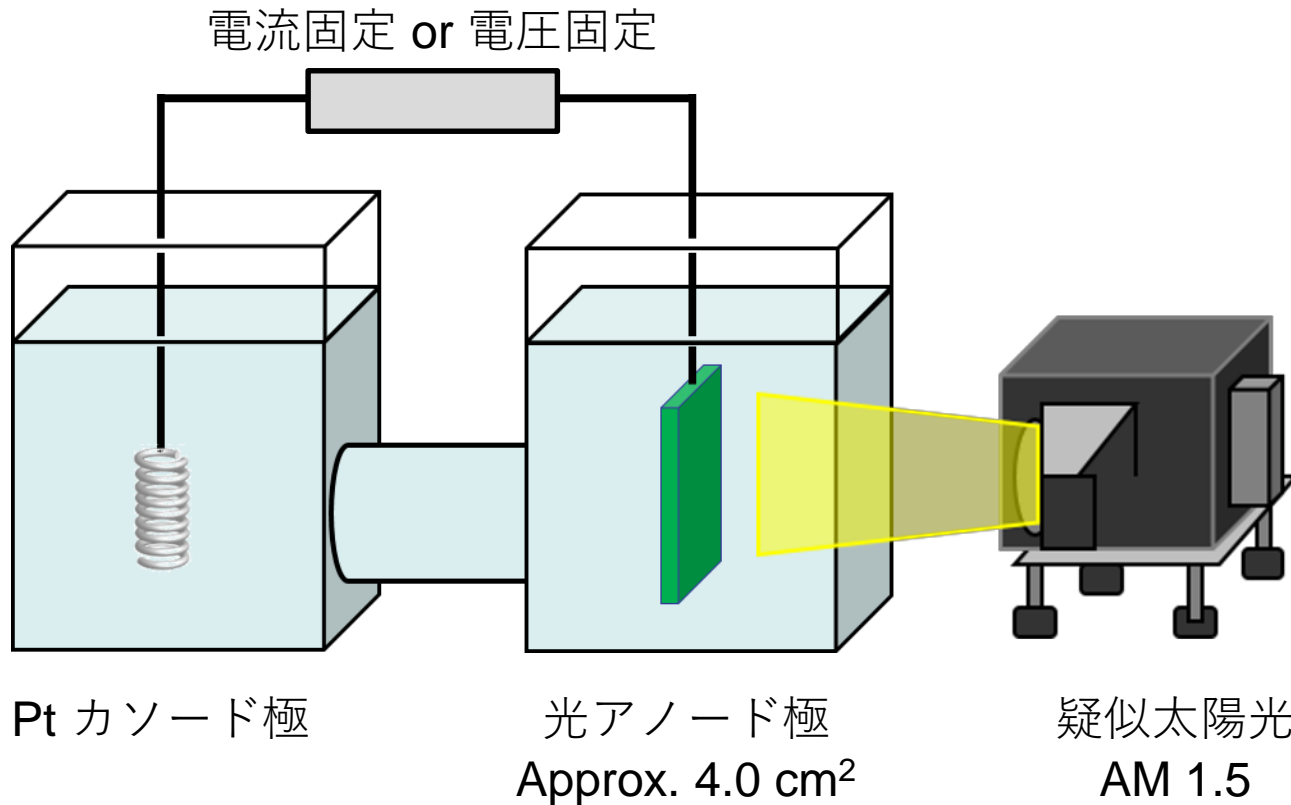
WO₃/FTO



BiVO₄/WO₃/FTO



光電気化学セルによる HClO 生成反応



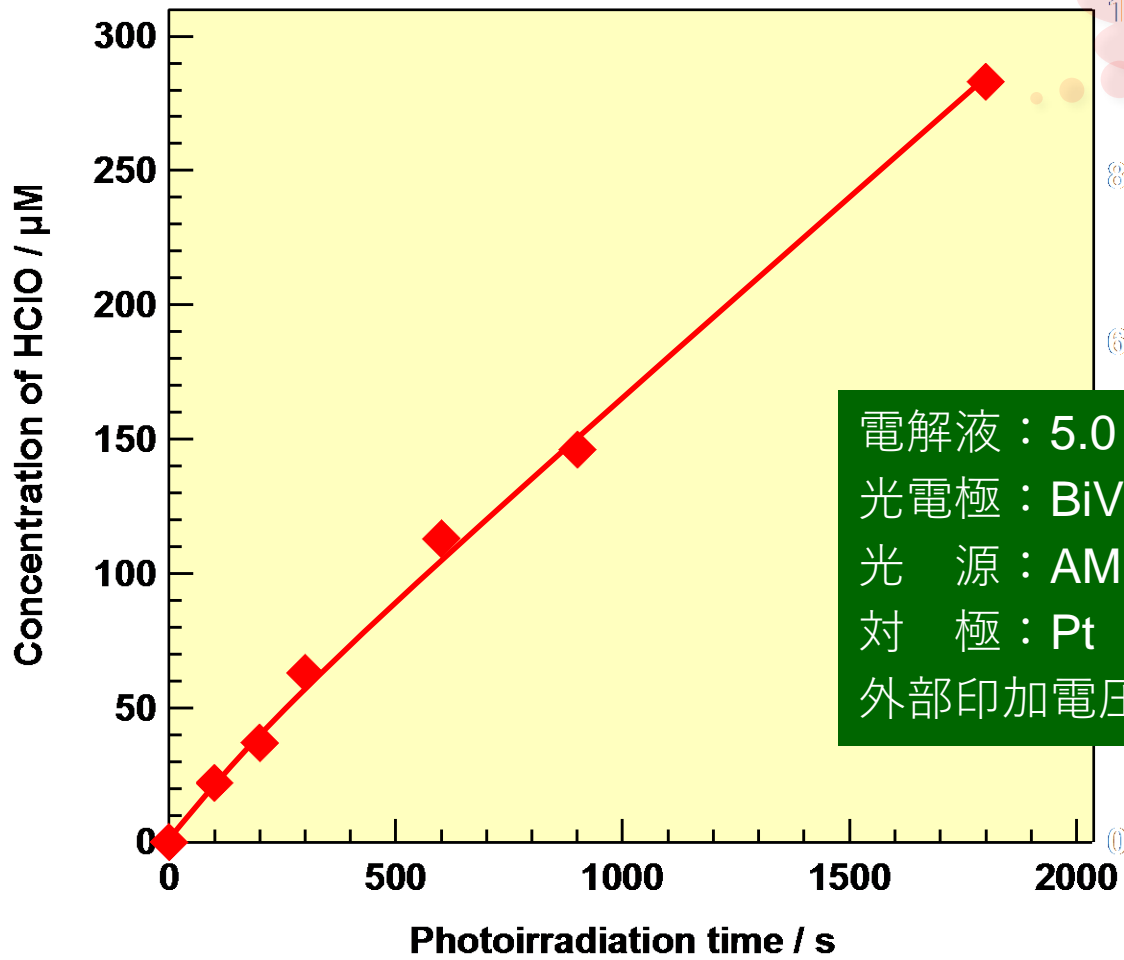
二極式電気化学セル

電解液：NaCl 水溶液 35 mL, 反応温度：室温

アノード室：Air, カソード室：O₂ バブリング

イオン交換膜：SELEMION (AGC エンジニアリング)

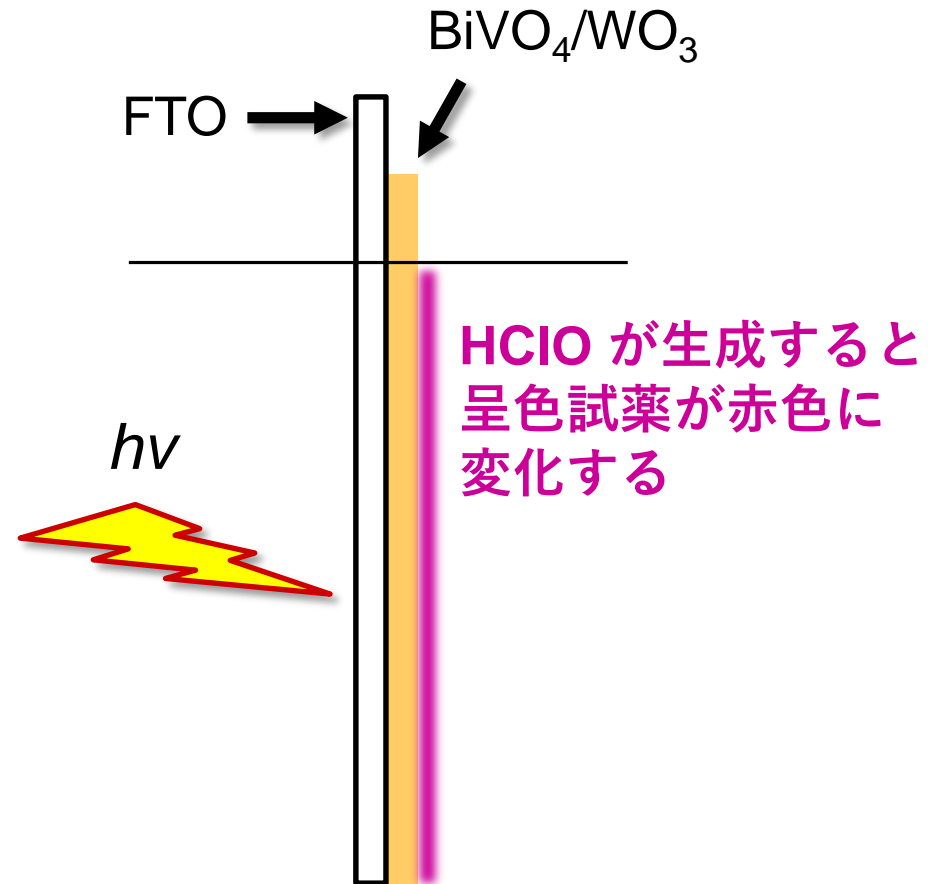
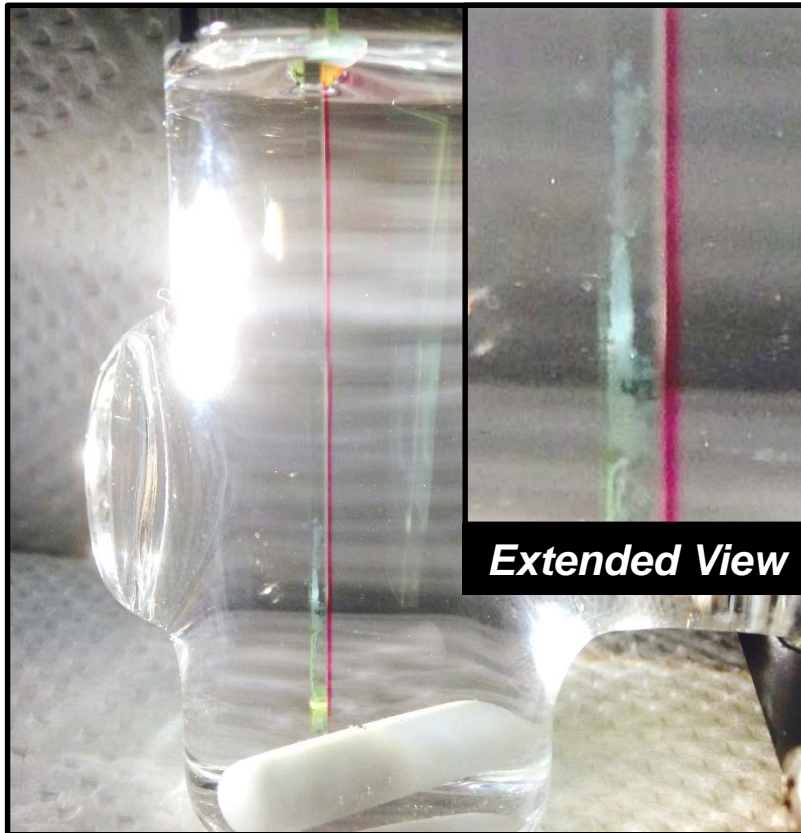
HCIO 生成量の経時変化



プールの塩素消毒に必要な濃度の 20 倍程度 (20 ppm) に相当する

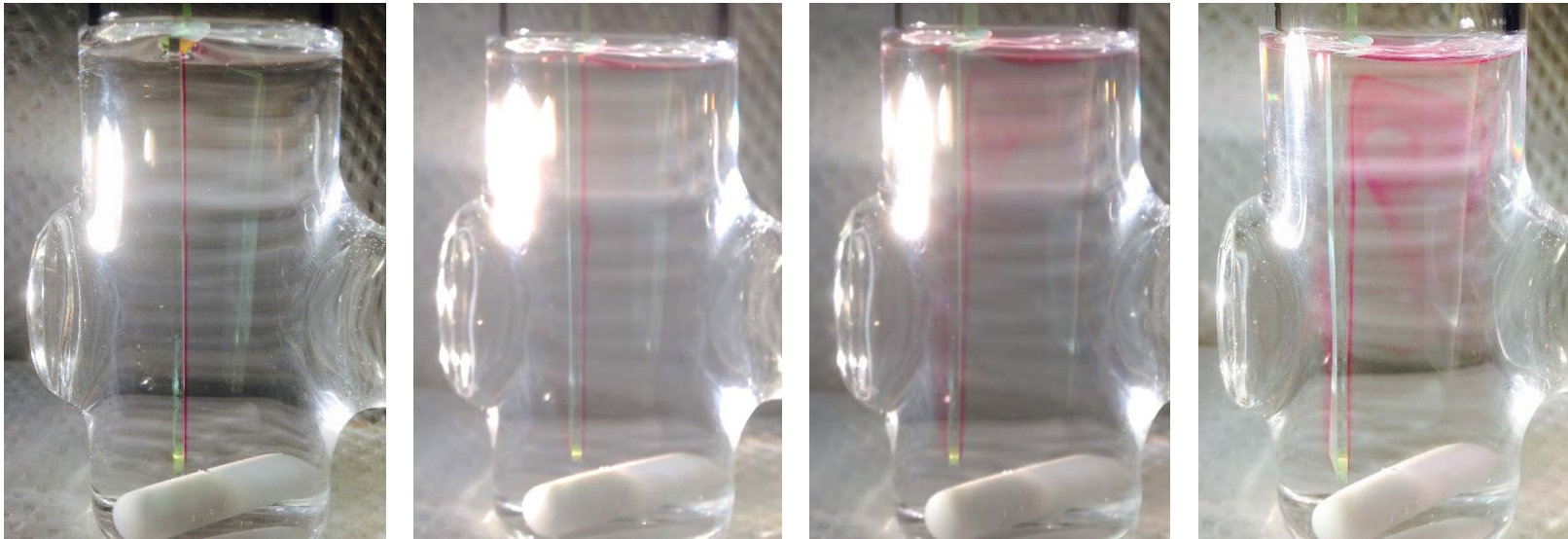
電解液 : 5.0 M NaCl
 光電極 : $\text{BiVO}_4/\text{WO}_3/\text{FTO}$ approx. 4.0 cm²
 光源 : AM1.5 (L-42 フィルター)
 対極 : Pt
 外部印加電圧 : 0.5 V

HCIO 生成の可視化

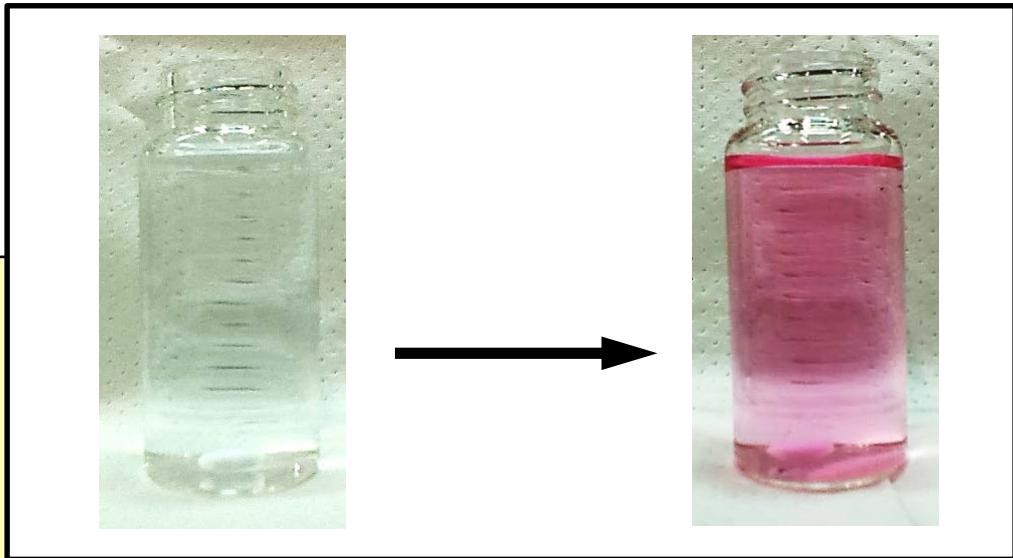
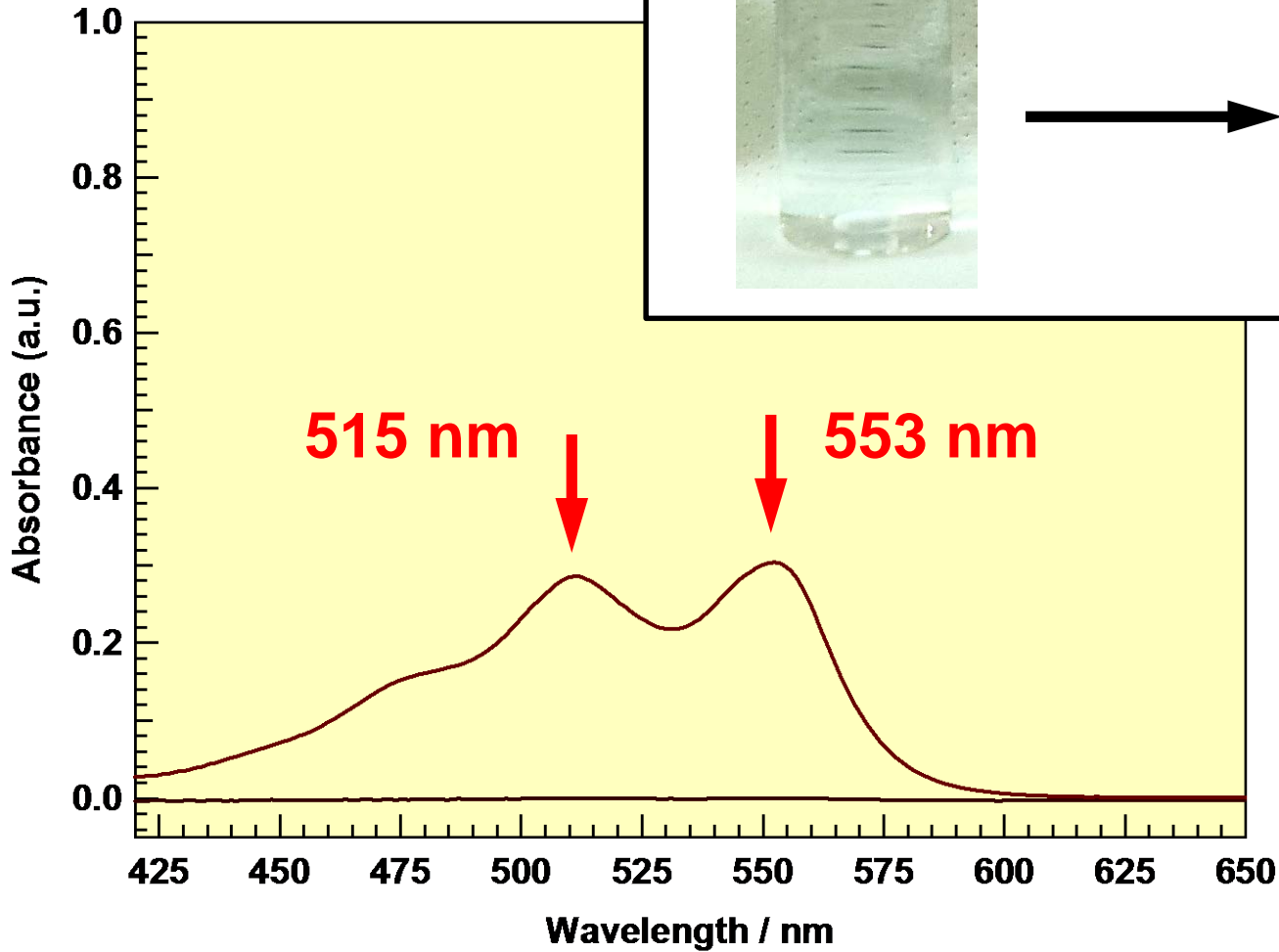


HCIO 生成の可視化

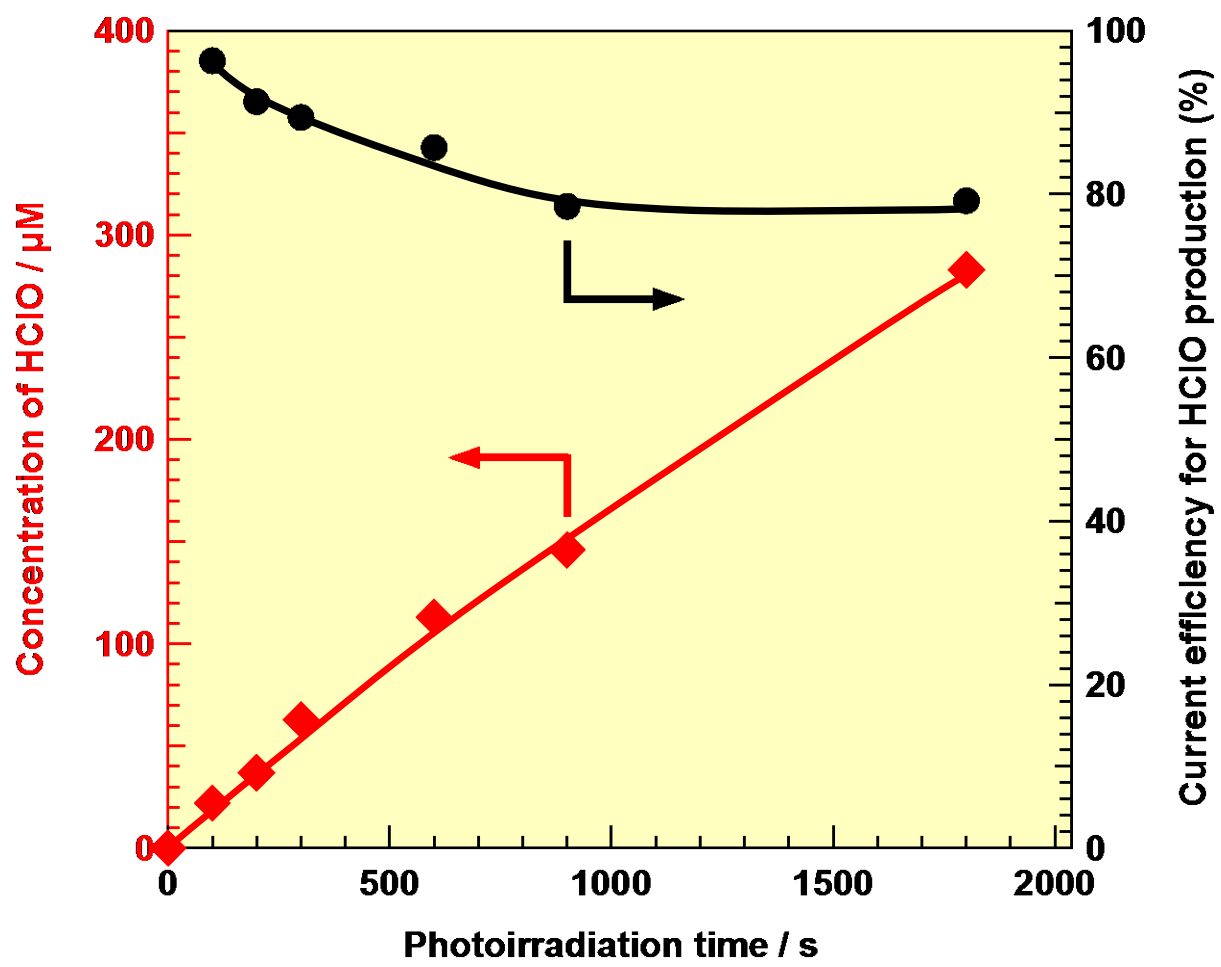
光電極の近傍で生じた赤色が徐々に広がっていく



光電極表面で HCIO が生成して電解液中に拡散している

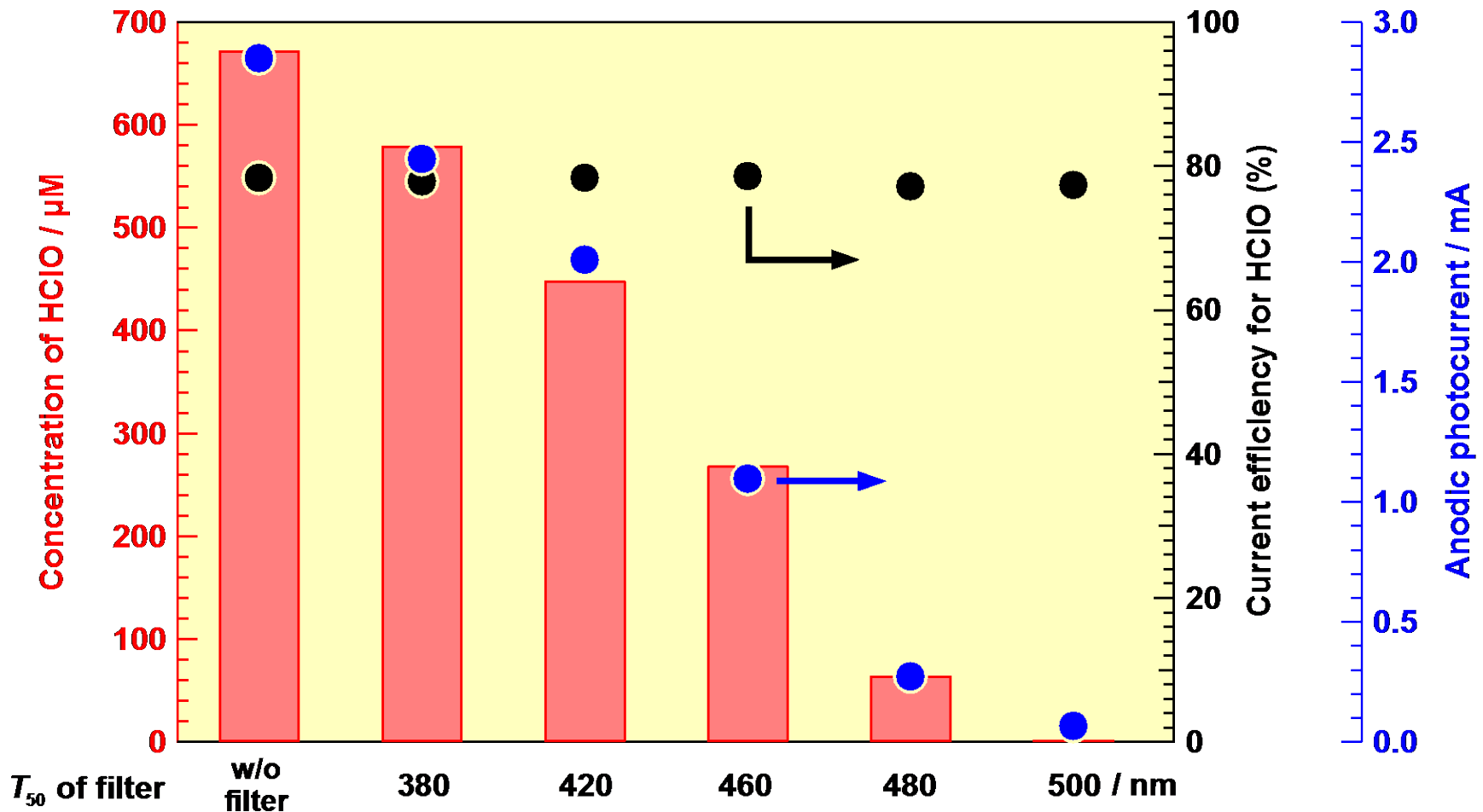


HCIO 生成量の経時変化



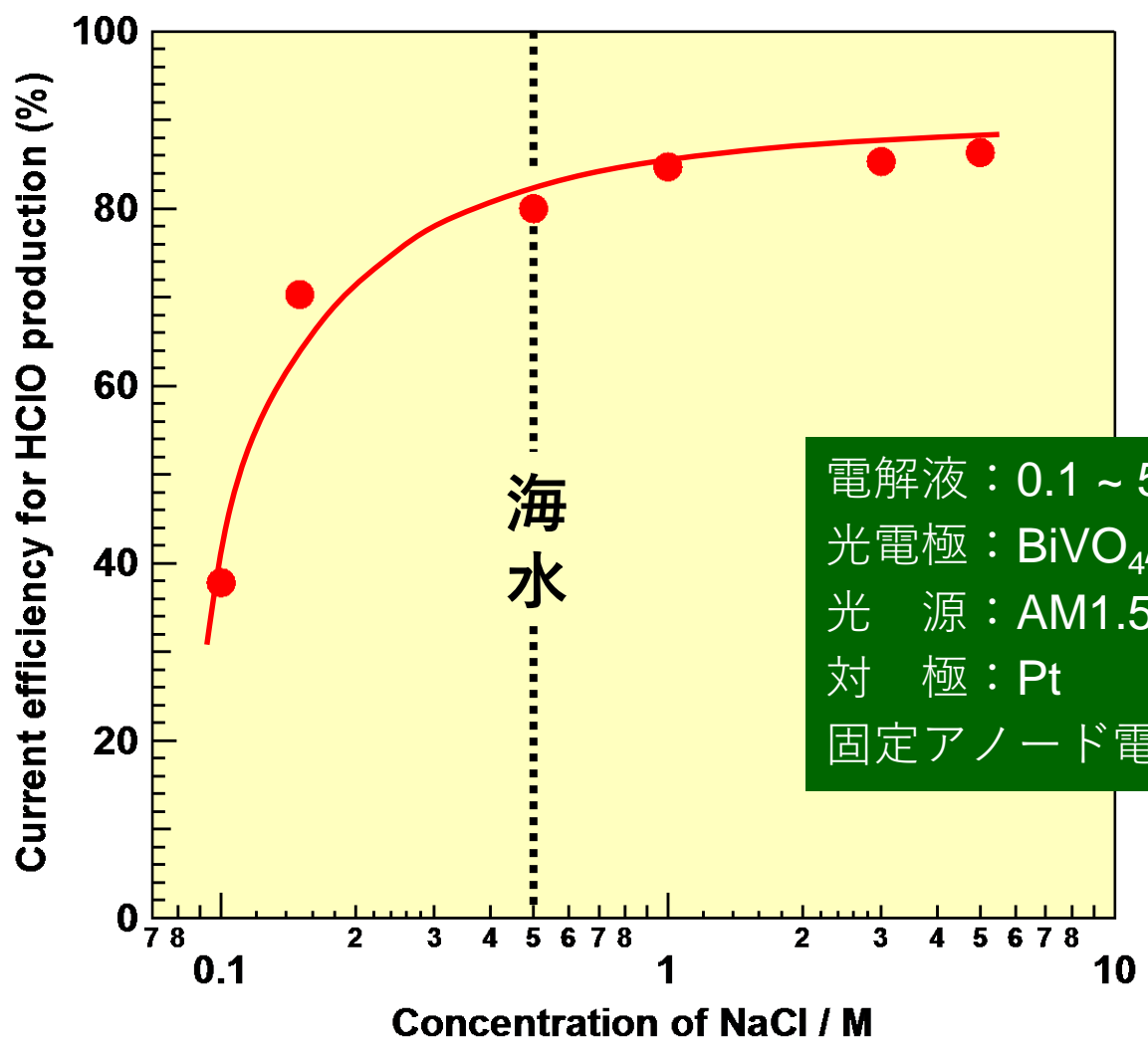
電解液：5.0 M NaCl, 光電極： $\text{BiVO}_4/\text{WO}_3/\text{FTO}$ approx. 4.0 cm^2
 光源：AM1.5 (L-42 フィルター), 対極：Pt, 外部印加電圧：0.5 V

HCIO 生成反応の照射波長依存性



電解液：5.0 M NaCl, 光電極： $\text{BiVO}_4/\text{WO}_3/\text{FTO}$ approx. 4.0 cm^2
 光源：AM1.5 (各種フィルター), 対極：Pt, 外部印加電圧：0.5 V

HClO 生成反応の NaCl 濃度依存性

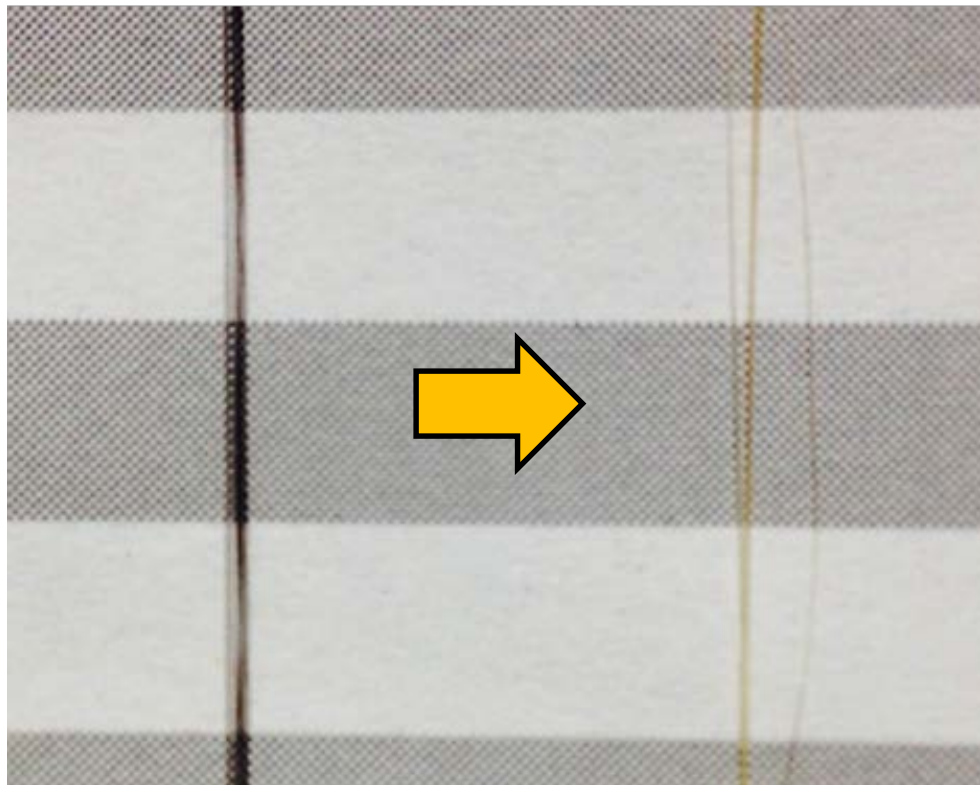


電解液 : 0.1 ~ 5.0 M NaCl
 光電極 : BiVO₄/WO₃/FTO approx. 4.0 cm²
 光源 : AM1.5 (L-42 フィルター)
 対極 : Pt
 固定アノード電流 : 0.5 mA

生成した HClO による毛髪の色脱色実験

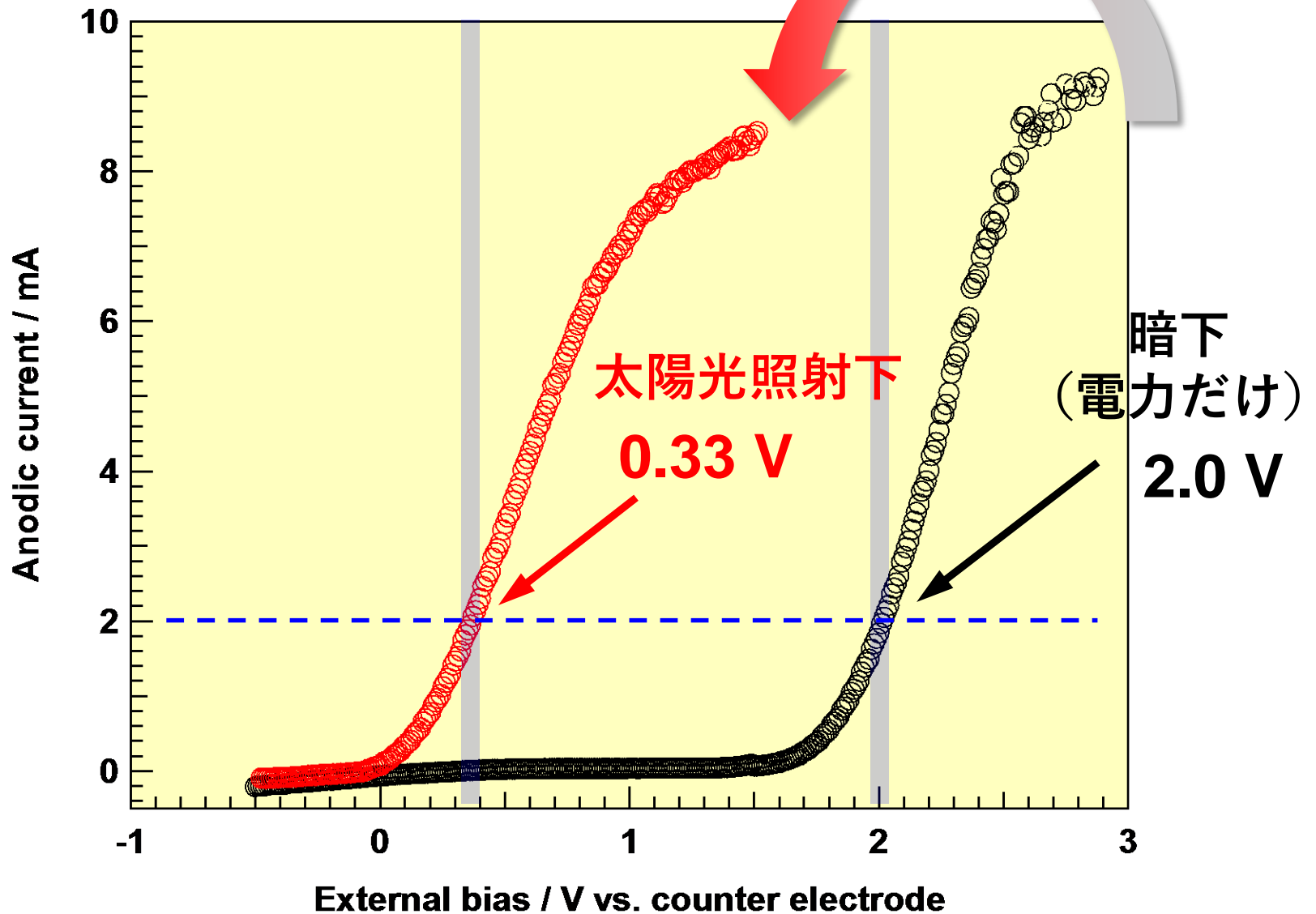
*Original
hair*

*Bleached
hair*

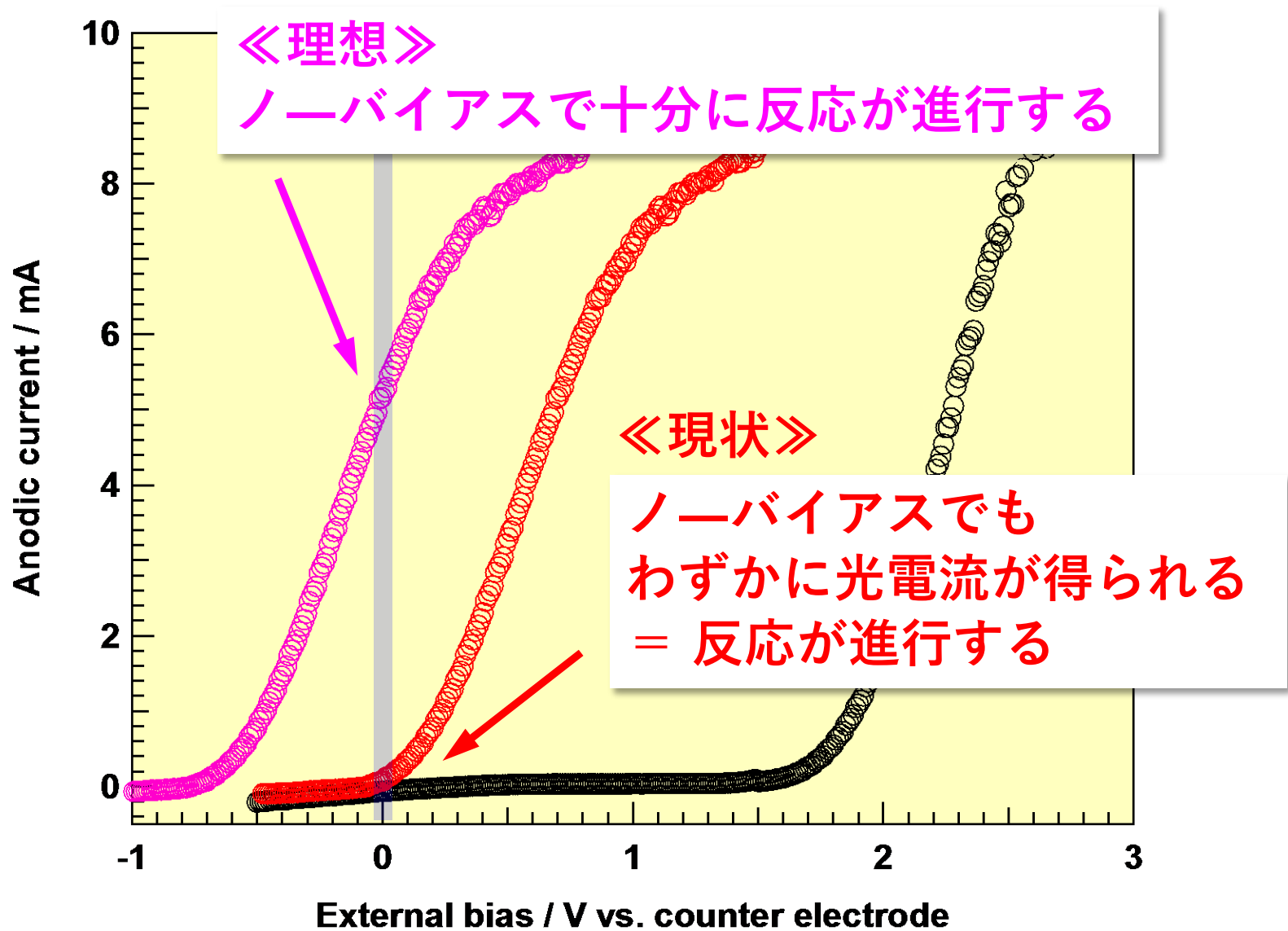


毛髪中の黒色色素（メラニン）を HClO が効果的に脱色し、白髪に近いような色へ変化した。

太陽光照射による外部電圧の低減



太陽光照射による外部電圧の低減



本成果の要点

- ✓ $\text{BiVO}_4/\text{WO}_3/\text{FTO}$ 光電極を用いて、太陽光照射下で次亜塩素酸 (HClO) が生成することを見出した。
- ✓ 海水と同じ濃度の NaCl 水溶液を用いた場合に、HClO 生成の電流効率は 80% であった。
- ✓ 暗下 (電力だけ) での反応に比べて、太陽光照射により反応に必要な外部印加電圧が大幅に低減された。

本研究の一部は、経済産業省 革新的エネルギー技術国際共同研究開発事業「太陽光による有用化学品製造」(平成 27 ~ 31 年度) による支援を受けたものである。