

## ナノ構造電極の作製と水素発生反応における活性評価

(北大理<sup>1</sup>・北大院理<sup>2</sup>・北大院総化<sup>3</sup>・JST-さきがけ<sup>4</sup>)

○菊池 雄翔<sup>1</sup>・佐藤 大樹<sup>2</sup>・任 天浩<sup>3</sup>・福島 知宏<sup>2,4</sup>・板谷 昌輝<sup>2</sup>・村越 敬<sup>2</sup>

Fabrication of Nanostructured Electrodes and Activity Evaluation on Hydrogen Evolution Reaction (<sup>1,2</sup>*Faculty of Science, Hokkaido University*, <sup>3</sup>*Graduate School of Chemical Sciences and Engineering, Hokkaido University*, <sup>4</sup>*JST-PRESTO*) ○Yuto Kikuchi,<sup>1</sup> Daiki Sato,<sup>2</sup> Tianhao Ren,<sup>1</sup> Tomohiro Fukushima,<sup>2,4</sup> Masaki Itatani,<sup>2</sup> Kei Murakoshi<sup>2</sup>

It has been proposed that molecules under light–matter interaction can facilitate electron transfer through novel reaction pathways mediated by virtual photons. Our laboratory has demonstrated the modulation of HER activity on Ag nanostructured electrodes with distinct optical properties. In this study, the evolution of H<sub>2</sub> bubbles on the nanostructured electrodes were monitored during potential sweeps. Quantitative analysis of structure-dependent bubble evolution using machine learning–based image processing revealed that the optical-property-dependent activity modulation differs between D<sub>2</sub>O and H<sub>2</sub>O systems.

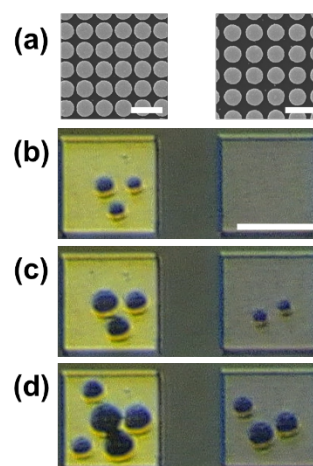
*Keywords* : Hydrogen Evolution Reaction; Structured Electrode; Isotope Effect; Strong Coupling

【序論】真空場の量子ゆらぎと物質の電子分極エネルギーの相互作用により、電子移動反応が変調される可能性が提案されている。<sup>[1]</sup>我々は共振器分極特性の異なる Ag ナノ構造電極を用い、水素発生反応 (HER) 活性制御に取り組んできた。本研究では、重水を含む電解質溶液中での HER 気泡発生挙動の観測に基づき、ナノ構造電極上での反応活性の同位体効果を定量評価した。

【実験】電子線リソグラフィにより、グラッシーカーボン電極上に Ag ナノディスク構造を形成し、作用極とした (Figure (a))。Au 擬似参照極および対極を備えた三極式電気化学セルに 0.25 M Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 水溶液 (重水体積比 0–100%) を導入し、75 MPa 下で電気化学測定を行った。正立配置カメラを用いて水素気泡の生成挙動を動画観測し、気泡生成速度から反応特性を評価した。

【結果・考察】−1.00–−3.00 V の電位掃引に伴い、構造電極表面から HER に起因する水素気泡の発生・成長が観測された (Figure (b))。機械学習画像解析により、構造毎の局所的な気泡発生量を見積もり、各重水濃度条件下における HER 活性の構造依存性を定量評価した。その結果、重水素系と軽水素系では共鳴する構造が異なり、活性変調挙動にも構造依存性の差異が確認された。これらの結果は、真空場–物質相互作用に特有の反応中間体選択的な速度論効果が HER 過程に関与している可能性を示す。

[1] T. Hayashi *et al.*, *J. Chem. Phys.*, **2024**, 161, 181101.



**Figure.** (a) SEM images of Ag nano structures (Scale bar = 1 μm). Behavior of bubble from HER on Ag nanostructured electrodes at (b) −2.10 V, (c) −2.11 V, and (d) −2.13 V vs. Au (Scale bar = 50 μm).